

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Õie Ojala

**Tallatugede mõju posturaalkontrolli ja lihastoonuse näitajatele noortel naistel kõrgete
kotsakingadega seismisel**

**Insert effect on postural control and muscle tone values standing on high-heeled shoes
among young women**

**Magistritöö
Füsioteraapia õppekava**

Juhendaja:
T. Kums, PhD

Tartu, 2018

SISUKORD

LÜHENDID	4
TÖÖ LÜHIÜLEVAADE.....	5
ABSTRACT	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Kõrge kontsaga kingad	7
1.2. Rüht ja keharaskuskeseme (KRK) paiknemine	8
1.2.1. Kõrge kontsaga kinga mõju KRK-le.....	9
1.2.2. Kõrge kontsaga kinga mõju jalalaba survejaotusele	9
1.2.3. Kõrge kontsaga kinga mõju rühile.	10
1.3. Posturaalkontroll.....	11
1.3.1. Kõrgete kontsade mõju posturaalkontrollile	12
1.4. Kõrgete kontsakingade kandmise mõju lihastele.....	13
1.5. Tallatugede mõju kõrgete kontsakingade kasutamisele.....	14
1.6. Uurimistöö teema põhjendus	15
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	16
3. TÖÖ METOODIKA.....	17
3.1. Vaatlusalused	17
3.2. Uuringu korraldus	17
3.3. Uurimismeetodid	18
3.3.1. Antropomeetriliste näitajate registreerimine	18
3.3.2. Jala võlvi seisundi hindamine	18
3.3.3. Müotonomeetria	18
3.3.4. Stabilomeetria.....	19
3.3.5. Lülisamba kumeruste määramine sagitaalprofiilis.....	20
3.3.6. Mugavustunde hindamine	21
3.4. Andmete statistiline analüüs	21
4. TULEMUSED	22

4.1. Antropomeetrilised näitajad.....	22
4.2. Jala võlvi seisund	22
4.3. Lihastoonuse näitajad	22
4.4. Posturaalkontrolli näitajad	25
4.4.1. COP M-L suunalised kõikumised (SA) ja (SS) seismisel.....	25
4.4.2. COP A-P suunalised kõikumised (SA) ja (SS) seismisel.....	26
4.4.3. COP GA suurus (SA) ja (SS) seismisel	27
4.5. Lülisamba sagitaalprofiili näitajad.....	28
4.6. VAS skaalal mugavustunde näitajad	29
4.7. Uuritud parameetrite korrelatiivsed seosed	30
5. ARUTELU	31
5.1 Uuringu limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid	36
6. JÄRELDUSED	37
KASUTSTUD KIRJANDUS	38
AUTORI LIHTLITSENTS TÖÖ AVALDAMISEKS	43

LÜHENDID

(SA) – silmad avatud

(SS) – silmad suletud

A-P – anterio-posterioorne COP kõikumised

COP – survetsenter

EMG – elektromüograafia

KRK – keha raskuskese

LL° – nimmelordoosii nurk

M-L – medio-lateraalne COP kõikumised

TK° – torakaalküfoosi nurk

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Hinnata tallatugede mõju lihastoonuse ja posturaalkontrolli näitajatele seistes kõrgete kontsakingadega, noortel naistel.

Metoodika: Uuringu grupis oli 19 naist vanuses 20-25 a, kellel ei ole esinenud alajäsemete ja lülisamba traumasid kahe aasta vältel. Uuringuks valitud king oli stiletto tüüpi (kontsa pindala – 1,0 cm², kontsa kõrguseks – 10cm). Uuringus kasutati standardseid täistalla tugesid pikivõlvi supinaatoriga (kõrgus 1,8 cm). Uuringu alguses määrati vaatlusaluste antropomeetrilised näitajad, teostati podomeetria ning hinnati mugavustunnet VAS skaalal. Uuringus määrati kere- ja alajäsemelihaste toonuse näitajad Myoton-2-ga; keha staatilise tasakaalu karakteristikud dünamograafilise platvormi Kistler 9286A-ga, lülisamba sagitaalprofiili pantograafiga kolmel tingimusel: paljajalu, kõrgetel kontsakingadel ning tallatugedega kõrgetel kontsakingadel seistes.

Tulemused: Uuringu tulemused näitasid, et säärelihaste (fleksor-ekstensor) toonuse vahe näitajates esines oluline erinevus kõrge kontsakingaga seismise ja tallatoega kingaga seismise vahel ($p<0,05$) Reielihastes (fleksor-ekstensor) toonuse vahe näitajates olulist erinevust tallatoe ja kõrge kontsakinga tingimuste vahel ei esinenud. Kerelihaste (fleksor-ekstensor) toonuse vahe puhul esines oluline erinevus paljajalu ning kõrge kontsa ($p<0,05$) ning kõrge kontsakinga ja tallatoestusega kinga näitajates ($p<0,01$). Posturaalkontrolli näitajate osas olulisim leid oli medio-lateraal (M-L) suunaliste kõikumiste (SA) näitajates. Statistiliselt oluline erinevus ($p<0,05$) ilmnes M-L suunalistes kõikumistes (SA) paljajalu seismise ja kontsakingadel seismise puhul ning kõrge kontsa ja toestusega kingade tingimuste näitajates ($p<0,05$). Oluline erinevus nimmelordoosi nurga (LL°) väärtustes ($p<0,05$) ilmnes paljajalu ning kõrge kontsa-kingaga seismisel ning kinga ja tallatoe tingimuse vahel ($p<0,01$).

Kokkuvõte: Kõrge kontsaga kingad põhjustavad lihastoonuse suurenemist alajäsemete- ja kerelihastes. Vähenenud toepinna tingimustes (kõrgetel kontsakingadel) M-L suunalised kõikumised suurenevad. Tallatugede kasutamine aitab vähendada kõrgete kontsakingade poolt põhjustatud negatiivseid mõjusid. Tallatoed aitavad vähendada ülepinget alajäsemete- ja kerelihastes ning vähendab külgsuunalisi kõikumisi, kuid näitajad ei ole võrdväärsed paljajalu seismisega. Seega tallatugede kasutamine kõrgetes kontsakingades on sobilik variant neile, kes ei soovi loobuda kõrgete kontsakingade kasutamisest, et hoiduda võimalikest alajäsemete ja alaselja kaebustest, mida kõrge kontsaga kingade sage kandmine võib põhjustada.

Märksõnad: kõrge kontsaking, tallatugi, lihastoonus, posturaalkontroll.

ABSTRACT

Aim: To evaluate the effects of insert and high-heeled shoes on postural control and muscle tone among young women.

Methods: 19 young women aged 20 to 25 who have not had any spine or lower limb trauma during the last two years, participated in the study. The high-heeled shoes used in the study were of stiletto type (heel area – 1,0 cm², heel height - 10cm). Full contact inserts were used with longitudinal arch support (height 1,8 cm). The study collected anthropometric values, comfort rating by using VAS scale and a podometric scan was registered. During the study, muscle tone measures were registered using Myoton-2. Postural control characteristics were evaluated using a dynamic platform Kistler 9286A and finally, the sagittal profile was measured by pantograph. All the measures were obtained in three conditions: barefoot, standing on high-heeled shoes and using inserts inside high heeled shoe.

Results: The study's statistical results showed that there were significant differences on calf muscles (flexor-extensor) tone between two conditions: standing on high-heeled shoes and inserts ($p < 0,05$). There were no significant differences showed on thigh muscle (flexor-extensor) tone values. Trunk muscle (flexor-extensor) tone measures showed an increase on elevated heel height condition compared to barefoot ($p < 0,05$) and there was significant decrease on inserts measures comparing with high-heeled measures ($p < 0,01$). The important results regarding postural control were that there were significant differences in medio-lateral sway (eyes opened condition) between standing barefoot and high-heeled shoes ($p < 0,05$) and between elevated heel and insert conditions ($p < 0,05$). Standing on high heeled shoes increased the angle of lumbar lordosis. There were significant differences between elevated heel condition compared to barefoot ($p < 0,05$) and high-heeled shoes condition compared with inserts ($p < 0,01$).

Conclusions: High-heeled shoes impact muscle tone by increasing lower limb and trunk muscles tone. Decreased supporting base condition (elevated heel height) increases medio-lateral sway. Using inserts helps reduce the negative effect caused by high heeled shoes as they decrease the lower limb and trunk muscles overload and lateral sway that increases when standing on high-heeled shoes. The inserts results are not as good as barefoot condition, but it can be recommended for those who wants to use high-heeled shoes while preventing potential negative outcomes for lower back and lower limbs.

Keywords: high-heeled shoes, insert, muscle tone, postural control

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Kõrge kontsaga kingad

Kingade esmaseks eesmärgiks oli alajäsemetele kaitse ning mugavustunde pakkumine (Coughlin & Thompson, 1994). Tänapäeval on kingad aga enam kui üksnes tarbeesemed. Naiste sõnul kantakse kontsakingi peamiselt esteetilistel põhjustel (Wiedemeijer & Otten, 2018).

Kõrge kontsaga kingade kandmine põhjustab sageli ebamugavustunnet. Erinevate uuringutega (Baaklini et al., 2017; Kermani et al., 2018; Opila et al., 1988; Pezzan et al., 2011; Schroeder & Hollander, 2018) on proovitud välja selgitada kõrgete kontsade mõju naise tugiliikumisaparaadile. Leitud on, et kõrge kontsaga kingad mõjutavad keha eri osasid ning mitmed mõjud kehale on pigem negatiivsed (Gefen et al., 2002, Lee et al., 2001; Opila et al., 1988). Sellest tulenevalt võib kõrgete kontsakingade pikema kasutamisega kaasneda erinevaid meditsiinilisi probleeme (Wiedemeijer ja Otten, 2018). Erinevatele uuringutele tuginedes võib öelda, et 37–68% naistest kannab igapäevaselt kõrge kontsaga kingi (Cronin, 2014). Naised eelistavad disaini ja moodi, kinga valimisel, rohkem kui mugavustunnet (Ko & Lee, 2013; Lee et al., 2001.).

Kingi võib jagada kontsa kõrguse järgi kolmeks: madala, keskmise ja kõrge kontsaga (Hong et al., 2013; Pezzan et al., 2011). Kontsa kõrguse määramise juures tuleb arvesse võtta kahte erinevat mõõtu: kontsa näiline ning tegelik kõrgus. Kontsa kõrgus tallast kuni toepinnani on näiline kõrgus. Tegelik kõrguse arvutamiseks tuleb näilisest kõrgusest lahutada talla paksus, mis paikneb jalalaba eesotsa all (Pezzan et al., 2011).

Uuringutes (Hong et al., 2013; Ko ja Lee, 2013) peetakse madalaks kontsaks kuni 2 cm kõrgust kontsa. Uuringutes varieerub keskmise kontsa kõrgus 4 cm–6,35 cm vahel (Chien et al., 2013; Ho et al., 2012; Hong et al., 2013). Kõrge kontsaga kingaks defineeritakse erinevates uuringutes (Ho et al., 2012; Mika et al., 2012 (b), 2013; Wiedemeijer ja Otten, 2018) kinga, mille kontsa kõrgus on üle 5 cm.

Kontsa puhul tuleb lisaks kõrgusele arvesse võtta maapinnaga kontaktis oleva osa pindala (Silva et al., 2013). Väiksema pindalaga kontsa puhul on ebastabiilsus alajäsemete segmentides suurem, kuna toepind on väiksem. Näiteks stiletto tüüpi kinga (Joonis 1), mille pindala pikkuse ulatuses väheneb ning on 1 cm² või väiksema pindala ulatuses kontaktis maapinnaga, peetakse üheks ebastabiilsemaks kontsatüübiks (Silva et al., 2013).

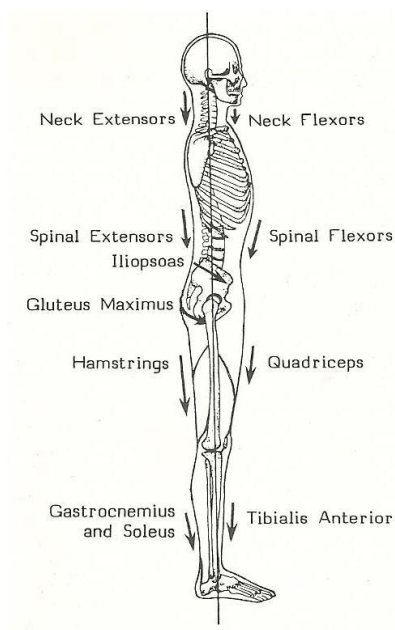


Joonis 1. Stiletto tüüpi kõrge kontsaga king

1.2. Rüht ja keharaskuskeseme (KRK) paiknemine

Inimese harjumuslikku kehaasendit seismisel, istumisel ja kõndimisel nimetatakse rühiks ehk kehahoiuks (Kappler, 1982). Eristatakse staatilist ja dünaamilist kehahoidu. Staatiline rüht on kehahoid asendites ning dünaamiline liigutustel. Rüht on muutuv ning sõltub luustikust, lihaskonna toonusest ning inimese elustiilist ja üldisest aktiivsusest (Kappler, 1982).

Hea rühiga inimese profiil on kergelt laineline lülisamba füsioloogiliste kumeruste tõttu. Optimaalse kehahoiu puhul võime visualiseerida mõttelise vertikaaltelje, mis läbib anatoomilisi orientiire (Joonis 2) (Schafer, 1989). Vertikaaltelg läbib oimuluu-alalõualuu liigese keskosa, kulgeb õlaliigese eest, läbib puusaliigest ning kulgeb kas patella eest või tagant. Vertikaaltelg lõppeb eespool lateraalset malleolust (Schafer, 1989).



Joonis 2. Keha antigravitatsioonilised lihased vertikaaltelg, mis läbib anatoomilisi orientiire, mille eelduseks on optimaalne rüht (Schafer, 1989).

Kehaasendi hoidmisel on lihased pingeseisundis. Sellist lihaste seisundit nimetatakse lihastoonuseks ning seeläbi on võimalik säilitada maa raskusjõu väljas kehaasendeid (Simons & Mense, 1998). Optimaalse kehaasendi puhul on energiakulu seismisel minimaalne, kuna kehaosade vahel on lihastasakaal (Kappler, 1982; Kums et al., 2017; Pezzan et al., 2011).

Rüht oleneb seismisel peamiselt kolmest tegurist: toepinna tasasusest, jalgade asendist ja kontaktist toepinnaga ning lülisamba kujust sagitaalprofiilis (Kappler, 1982).

Paljajalu seismisel on keharaskus jaotunud jalatalla kolme punkti vahel. Nendeks punktideks on kandluu kõbruke ning esimene ja viies metatarsaalluu pähik. Optimaalse rühi puhul on koormus jaotunud kanna ja põia vahel võrdselt (Peltokallio, 2003).

KRK näitaja iseloomustab kõige üldisemalt massi jagunemist kehas. KRK läbib inimese kehaosade raskusjõudude resultante, mis on toepinna suhtes vertikaalselt suunatud ning võrdsed keha kaaluga. KRK sõltub mitmest faktorist nagu sugu, vanus ja kehaasend (Kappler, 1982). Seismisel paikneb KRK umbes teise sakraallüli kõrgusel lülisamba kanalis (Benda et al., 1994; Pääsuke, 1997). KRK on oluline aspekt kehatasakaalu säilimise osas. KRK-t kasutatakse aastaid indeksina kirjeldamiseks staatilist tasakaalu (Levangie & Norkin, 2001). KRK võimaldab ka prognoosida dünaamilise tasakaalu suutlikust (Paik & Im 1997; Park & Park, 2011). Kehtib põhimõte, et mida madalamal paikneb KRK ja mida suurem on toepind, seda püsivam on keha tasakaal (Pääsuke, 1996; Ko ja Lee, 2013).

1.2.1. Kõrge kontsaga kinga mõju KRK-le

Kõrge kontsaga kingade kandmisel leiavad aset esimesed muutused hüppeliigete ja põlveliigete tasandil. Konts eleveerib *ossa calcaneuse*, mis on seotud *tibiotalar* liigese fleksiooniga. Ulatuslik hüppeliigese plantaarfleksioon põhjustab KRK nihke (Pezzan et al., 2011). KRK nihkub kõrge kontsaga kõnni puhul vertikaaltelje suhtes ülesse ning anterioorsele (Annoni et al., 2014; Lee et al., 2001; Pezzan et al., 2011). Lisaks KRK muutusele esineb muutus ka survetsentri (COP) nihkumises (Ko ja Lee, 2013).

1.2.2. Kõrge kontsaga kinga mõju jalalabaurvejaotusele

Mitmed uuringud kinnitavad, et kontsa kõrguse suurenedes, suureneb surve jalalaba eesosas ning väheneb kanna piirkonnas (Ko & Lee, 2013; Lee & Hong, 2005; Pezzan et al., 2009; Snow & William, 1994; Speksnijder et al., 2005). Kanna eleveeritud asendi ja metatarsaalpähikute all suureneva surve omavahelise seose leidis ka Ramanathan koos kolleegidega (2008) uuringus, kus surve suurenemise jalalaba eesosas toimus juba 10 mm paksuste kannatugede kasutamisel spordijalanõudes.

Speksnijder ja kolleegide (2005) uuring toob täpsemalt välja, et kõrge kontsaga kinga

kandmisel esinevad lisaks muutused kontaktpindala osas. Olulisim muutus puudutab jalalaba keskosa, kus kõrge kontsa tingimustes kontaktala vähenes 54%. Kontaktala vähenemine tuvastati kannal, põlva lateraalse ja keskosa piirkonnas.

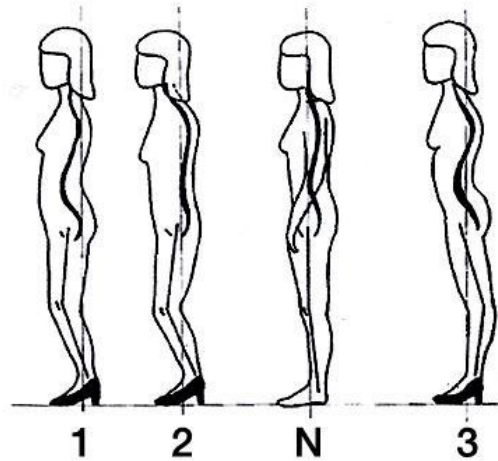
Kõrge kontsakingaga kõndimisel suureneb oluliselt põlva mediaalsele piirkonnale mõjuv maksimaaljõud. Kontsast tingitud labajala supinatsioon ning tallavõlvi pindala vähenemine tingibki jalalaba esiosale langeva suurema surve (Pezzan et al., 2009).

1.2.3. Kõrge kontsaga kinga mõju rühile.

Kõrge kontsakinga kasutamisel esineb kompensatoorselt KKK nihkumine ning keha on viidud ebastabiilsesse seisundisse. Kehaasendi säilitamiseks leiavad rühis aset muutused (Pezzan et al., 2011). Opila ja kolleegide (1988) uuringu tulemustest selgus, et kõrgetel kontsakingadel seismisel väheneb põlve- ja hüppeliigete vahemaa vertikaaltelje suhtes ning pea ja lülisamba torakaal piikond nihkub rohkem posterioorsele. Opila koos kolleegidega (1988) leidis, et esineb vaagna postertioorne kalle ning nimmelordoosi nurga (LL°) vähenemine (Joonis 3 punkt 2). Sarnaseid tulemusi on näidanud teisedki uuringud (Baaklini et al., 2017 Iqbal et al, 2012;). Lisaks LL° väärtuse muutuste tuvastamisele, leidis Baaklini koos kolleegidega (2017) oma uuringus, et kontsakingade puhul rinnaküfoosi nurk (TK°) väheneb. Nende uuringus tuli kõndida kontsakingadega ning vaadeldi kahte gruppi: kogunud ning vähesel kogemusega kõrge kontsakinga kandjad. Erinevust gruppide vahel ei leitud ning kõndimisel kõrge kontsakingaga tuvastati mõlemal grupil nimmelordoosi ja rinnaküfoosi lamendumine.

Tasakaalu säilitamiseks ebastabiilses seisundis, nagu seda on kõrgete kontsakingadega käimine (Srivastava et al., 2012), painutab osa naisi oma põlveliigeseid (Joonis 3, punkt 1) (Opila et al., 1984). Teised kasutavad vastupidiselt põlveliigete hüperekstensiooni (Joonis 3 punkt 3) (Bendix et al., 1984; Franklin et al., 1995; Opila et al.; 1984;).

Kõik uuringud (Pezzan, et al., 2011; Schroeder & Hollander, 2018) ei toeta väidet, et kõrge kontsakingadega seistes või kõndides nimmelordoosi nurk väheneb. Pezzan ja kolleegide (2011) uuring näitas, et kõrge kontsaking põhjustab nimmelordoosi suurenemist. Mõnes uuringus ei ole leitud olulist muutust lülisamba nimmeosas (Schroeder & Hollander, 2018)



Joonis 3. Võimalikud kompensatoorsed muutused rühis kõrgete kontsade kandmisel:

- 1) põlved fleksioonis ning vaagna anterioorne kalle (nimmelordoos suureneb)
- 2) põlved fleksioonis ning vaagen posterioorses kaldes (nimmelordoosi vähenemine)
- 3) põlved ekstensioonis ning nimmelordoosi ja rinnaküfoosi suurenemine

(Opila et al., 1988)

1.3. Posturaalkontroll

Stabiilsuse all mõistetakse tasakaalu, millega inimene tagab võime kontrollida KRK paiknemist toepinna suhtes, leides selleks kõige optimaalsema kauguse. Tasakaalu liigitakse staatiliseks ja dünaamiliseks (Sørensen et al., 2002).

Posturaalseks orientatsiooniks nimetatakse inimese võimet säilitada soodsaim asend kehatüve ja keha segmentide vahel keskkonna suhtes, et saavutada kindel liigutuslik eesmärk (Massion, 1994). Enim on vaja keha vertikaalse orientatsiooni säilimine (Cronin et al., 2012). Närvisüsteemi tsentraalne ja perifeerne komponent on pidevas koostöös KRK ja keha teljelisuse kontrollimisel toepinna suhtes. Töösse on rakendunud nii vestibulaarne, somatosensoorne ja visuaalne süsteem (Bugnariu & Fung, 2007; Gerber et al., 2012).

Inimese tasakaalule avaldavad mõju biomehaanilised aspektid. Nendeks on näiteks KRK paiknemine toepinna suhtes, kehale mõjuvad erinevad jõud ja toepinna pindala (Levangie & Norkin, 2001).

Vajaliku kehaasendi kontrolli saavutamiseks on oluline kehatüve stabiilsus (Mok et al., 2004). Keha tasakaalu aitab tagada vajalik toonus ehk mehaaniline pinge lihastes (Simons & Mense, 1998). Õige kehahoiu puhul on seismisel fleksorite ja ekstensorite toonuse vahel tasakaal – keha on balansseeritud (Kums et al., 2017; Winter et al., 1991).

Keha tasakaalu säilitamine põhineb posturaalkontrolli strateegiatel. Need aktiveeruvad

anterio-posterioorsete (A-P) või medio-lateraalsete (M-L) suunaliste kõikumiste tagajärjel, mil keha ületab toepinna piire. Üheks strateegiaks on hüppeliigese strateegia, mis ilmneb väikeste nihete puhul. Sellise strateegia puhul aktiveeruvad lihased distaalselt proksimaalsele ning tasakaal taastatakse peamiselt hüppeliigese liigutuste läbi (Wallace, 2001). Teiseks strateegiaks on puusaliigese strateegia, mis väljendub keha mõõdukas ja suures häirumises. Sellise strateegia rakendumisel aktiveeruvad lihased proksimaalselt distaalsele (Horak & Macpherson, 1996). Hüppeliigese strateegia aitab peamiselt tagada A-P suunalist stabiilsust kuna M-L liikumine on antud liigeses minimaalne. M-L suunalise stabiilsuse jaoks rakendatakse puusaliigese strateegiat (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

1.3.1. Kõrgete kontsade mõju posturaalkontrollile

Posturaalkontrolliks on vajalik neutraalsete süsteemide ja erinevate skeletilihaste süsteemide interaktsioon. Neuraalsed süsteemid on motoorsed, sensoorsed ja kõrgemal tasemel toimuvad protsessid. Tasakaalu tagamiseks tekivad nendes süsteemides muutused, mis ilmnevad samuti toepinna vähenemisel nagu seda on kõrgetel kontsadel seismine (Duarte, 2000).

Ebastabiilses seisundis, nagu seda on kõrgetel kontsakingadel seismine, aktiveeruvad posturaalkontrolli strateegiad - keha pidevad M-L ja A-P suunalised kõikumised (Wallace, 2001).

Gerberi ja kolleegide (2012) uuringus võrreldi hüppeliigese strateegiate muutust neljal erineval tingimusel: paljajalu silmad avatud (SA), paljajalu silmad suletud (SS), kõrgetel kontsakingadel seistes (SA) ja (SS). Uuringu tulemustest selgus, et A-P suunalised kõikumised suurenevad kontsakingadel seistest SA rohkem kui paljajalu (SS) seismisel. Kõige suurem oli muutus A-P suunalistes kõikumistes kõrgetel kontsakingadel (SS) seistes. M-L suunaliste kõikumiste puhul toimus ainukene oluline muutus kontsakingadel seistes (SS) tingimuses, mille puhul olid kõikumised märgatavalt suuremad.

Valgemäe (2012) läbiviidud magistritöös uuriti samuti erineva kontsaga jalanõude mõju posturaalkontrollile. Uuringu tulemustest selgus, et kõrgete kontsakingadega seistes suurenevad M-L suunalised kõikumised (SA) ning (SS) tingimustes, kuid statistilisest olulisust paljajalu seismise tulemustega võrreldes ei esinenud. Kusjuures A-P suunalistes kõikumistes (SA) tingimuses väärtuse märkimisväärset suurenemist võrreldes paljajalu seismisega ei olnud. A-P suunaliste kõikumiste puhul avaldus oluline erinevus (SS) tingimuses kontsakinga ja paljajalu seismise vahel. Valgemäe töö tulemustest selgub ka COP geograafilise pindala (GA) ehk nihke pindala suurenemine kontsa kõrguse kasvades

nii (SA) kui ka (SS) tingimuses.

Seega tuginedes erinevatele uuringutele (Gerber et al., 2012; Shumway–Cook & Woollacott, 2007; Valgemäe, 2012; Wallace, 2001) saab väita, et toepind on oluline faktor posturaalkontrolli säilitamisel. Toepinna vähenedes halvenevad posturaalkontrolli näitajad ja see on põhjuseks, miks kõrgetel kontsadel seismisel M-L ja A-P suunalised kõikumised suurenevad (Gerber et al., 2012; Shumway–Cook & Woollacott, 2007; Valgemäe, 2012; Wallace, 2001).

1.4. Kõrgete kontsakingade kandmise mõju lihastele

Igapäevase kõrgete kontsakingade kandmise negatiivseks aspektiks peetakse mitmete uuringute järgi seljalihaste aktiivsuse tõusu (Mika et al., 2012 (a), Lee et al., 2001, Esenyel et al., 2003). Lihasaktiivsuse tõus esineb kinga kõrguse kasvades *m. erector spinae*s algkontaktil ja *toe-off* perioodil kõndimise puhul. Sellest tulenevalt tekib seljalihastes ülepinge ja lihasväsimus, mis võib olla tekkepõhjuseks nimmepiirkonna valudele kontsakingade kasutamisel (Mika, 2012 (b); Cronin, 2014).

Elektromüograafilise (EMG) meetodi abil on uuritud kõrge kontsaga kingade mõju alajäsemete lihastele. Genfeni ja kolleegide (2002) uuringus leiti, et mitmetes alajäseme lihastes leiab aset lihasväsimus. Nendeks lihasteks on *m. gastrocnemius medialis*, *m. gastrocnemius lateralis* ning *m. peroneus longus*. Üle 5 cm kontsa puhul suurenes *m. gastrocnemius lateralis* aktivatsioon ja vähenes *m. gastrocnemius medialis* bioelektriline aktiivsus. Väsimusest tulenevad bioelektrilise aktiivsuse muutused põhjustavad hüppeliigestes inversiooni. See on põhjuseks miks suurenevad kontsakingaga kõndimisel M-L suunalised kõikumised (Gefen et al., 2002).

Hong koos kolleegidega (2013) tõi oma uuringus välja, et kontsa kõrguse kasvades suureneb *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius medialis* ja *m. quadriceps* aktivatsioon. Varases toefaasis toimub *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius medialis* vahel kokontraktsioon, mis viitab vajadusele stabiliseerida hüppeliigest varases toefaasis. Hiljutises Kermani ja kolleegide (2018) uuringu tulemustest selgus, et kõrge kontsaga kingadega käimisel toimub *m. tibialis anteriori* ja *m. gastrocnemius medialis* kontraktsioon varem, *m. gastrocnemius medialis* aktivatsiooni kestvus on pikem ning *m. peroneus longus* aktivatsiooni intensiivsus on suurem. Võrreldes varasemate uuringutega (Kim et al., 2011; Simonsen et al., 2012) ei tuvastatud *m. rectus femoris* osas muutusi kontsakingade tingimustes.

Valgemäe (2012) magistritöö, kus kasutati müotonomeeriat, kajastab lihastoonuse näitajaid erinevate jalanõude tingimuses. Uuringu tulemustest selgus, et kõrgema kontsaga kingaga seismisel leiavad aset olulised muutused säärelihaste (*m. gastrocnemius medialis*, *m.*

tibialis anterior) ja kehatüvelihaste (*m. erector spinae*, *m. rectus abdominis*) toonuse osas. Reielihastes (*m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*) märkimisväärseid muutusi kõrgete kontsakingade tingimuses ei olnud.

1.5. Tallatugede mõju kõrgete kontsakingade kasutamisele

Erinevad uuringud on näidanud, et individuaalsed tallatoed (koosneb kannatoest ja võlvide toetustest) aitavad vähendada alajäsemete lihastoonust ja parandavad hüppeliigeste stabiilsust madalates jalanõudes ning spordijalanõudes (Kogler et al., 1996; Chen et al., 2003).

Tallatugede mõju kõrgete kontsakingades kasutamisele on uuritud vähe. Enim kajastust pälvivad kaks uurimustööd, mis on läbiviidud 2005 aastal Lee & Hong poolt ning 2013 aastal Hong ja kolleegide poolt. Lee & Hong (2005) töös uuriti erinevate tallatugede mõju eri kõrgusega kontsakingade kasutamisel. Hinnati survejõu, löökjõu ja mugavustunde näitajaid kõndimisel. Uuritavate vanus oli 20–28 aastat, keskmine pikkus 160 cm, keskmine kehamass 50 kg ning ühelgi uuritaval ei olnud esinenud alajäseme traumasid. Uuringus kasutatava kinga kontsa kõrgus oli 7,6 cm. Uuringus kasutati 5 erinevat tallatoe tingimust: ilma tallatoeta (king ainult), kanna tugi, ristivõlvi supinaator, mediaalne pikivõlvi supinaator ja täistallatugi (koosnes kannatoest ja pikivõlvi supinaatorist). Uuringust selgus, et kontsa kõrguse suurenemisel suureneb surve labajala eesmise osa mediaalsele piirkonnale (esimese metatarsaali piirkond) ning väheneb labajala keskosas ja kannal. Samuti oli mõjuv löögijõud suurem kõrgete kontsade puhul. Kõik tallatoe variandid aitasid kõrgete kontsade puhul survejaotuse osas, vähendades survet labajala eesosas ja suurendades keskosas ja kanna osas. Kannatugi ja täistallatugi aitasid summutada löögijõudu. Uuritavad hindasid mugavustunnet VAS skaalal ning kõrgetel kontsadel käimisel oli keskmine väärtus 2,6 palli. Kannatoega kõrgete kontsadega käimisel hinnati VAS skaalal mugavustunnet vastavalt 5,2 palli, pikivõlvi toe puhul 5,4 palli ja täistallatoega oli aritmeetiline keskmine 6,8 palli. Tallatugedest ei vähendanud ebamugavustunnet kõrgete kontsadega kingadel kõndimisel ristivõlvi supinaator. Madalate jalanõude kandmisel oli VAS mugavustunde väärtuseks 7,6 palli (Lee & Hong (2005).

Hong ning kolleegide (2013) läbi viidud uuringus võeti vaatluse alla tallatugede mõju kõrgete kontsadega käimisel alajäsemete lihaskoormuse ja stabiilsuse näitajatele. Uuritavate vanus oli 20–30 aastat, keskmine pikkus 159,3 cm, keskmine kehamass 49,6 kg ning ühelgi uuritaval ei esinenud neuromuskulaarseid või skeletomuskulaarseid häireid. Uuringus kasutatava kontsakinga kõrgus oli 7,6 cm. Igale uuritavale oli individuaalne tallatugi. Uuringu

tulemustest tehtud järeldustest selgus, et kontsa kõrguse kasvades suureneb plantaarfleksioon, labajala tagaosa inversiooni nurk ning jalalihaste ja alaseljalihaste lihaskoormus. Inversiooni nurga suurenemine kannalöögi momendil vähendab stabiilsust alajäsemete liigestes. Täistallatoe kasutamisel vähenes inversiooni nurk 32% võrra võrreldes tallatoeta kõrgete kontsadega käimisel saadud tulemusega. Samuti vähenes 19,5% võrra *m. gastrocnemiuse medialis* aktiivsuse haripunkt kannalöögi momendil. Tallatoed aitasid vähendada koormust, mis langes seljalihastele kõrgete kontsadega käimisel. Uuringu läbiviijad (Hong et al., 2013) leidsid, et kuigi täistallatoed aitavad vähendada lihastes tekkivat pinget, vähendada ebastabiilsust ja kiiremat väsimist, siis ei ole need näitajad võrdväärased madala jalanõudega kõndimisel saadavate tulemustega. Seega püsib soovitus kanda pigem madalama kontsaga jalanõusid, kuid tallatoed võivad olla alternatiivne lahendus, et vähendada võimalikult suurel määral kõrgete kontsade negatiivseid mõjusid (Hong et al., 2013).

1.6. Uurimistöö teema põhjendus

Naiste seas on kontsakingade kandmine populaarne ja seetõttu on oluline leida viis, kuidas saaks negatiivsete mõjude avaldumist tugiliikumisaparaadile vähendada. Uuringuid selle osas on tehtud vähe. Tuginedes autori kogemusele on füsioteraapia ja arsti praktikas hetkel peamiseks soovitusena kontsa kõrguse vähendamine, mis ei pruugi olla aga kõigile naistele meelepärane valik. Lee & Hong (2005) ning Hong ja kolleegide poolt (2013) läbiviidud uuringud toovad ühe võimalusena välja tallatugede kasutamise, mis peaks aitama vähendada lihastes tekkivat ülepinget ja keha ebastabiilsust, mis viib kiirema lihaste väsimiseni.

Lähtudes sellest, kui vähe on teaduslikke uuringuid käesoleva töö teema kohta, tuleks kindlasti teha täiendavaid uuringuid.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva uurimustöö eesmärgiks on välja selgitada tallatugede mõju kõrgete kontsakingade tingimustes posturaalkontrolli ja lihastoonuse näitajatele noortel naistel. Tuginedes varasematele uuringutele (Hong & Lee, 2005; Hong et al., 2013) saab püstitada hüpoteesi, et tallatugede kandmine aitab kõrgete kontsakingade tingimuses vähendada lihaspinge näitajaid (lihastoonus) säärelihastes ja seljalihastes ning paraneb posturaalkontroll, võrdluses nende näitajatega, mis registreeritakse ainult kõrgete kontsadega seismisel.

Antud uurimustöö põhiülesanneteks on:

1. Hinnata keha staatilise tasakaalu karakteristikuid paljajalu seismisel, kõrgete kontsakingadega seismisel ning kõrgete kontsakingadega seismisel, kuhu on asetatud tallatoed.
2. Hinnata seljalihaste ja alajäsemete fleksorite ning ekstensorite toonuse erinevust paljajalu seismisel, kõrgete kontsakingadega seismisel ja kõrgete kontsakingadega seismisel, kuhu on asetatud tallatoed.
3. Hinnata lülisamba sagitaalprofiili paljajalu seismisel, kõrgete kontsakingadega seismisel ja tallatugedega kõrgete kontsakingadega seismisel.
4. Hinnata VAS skaalal uuritava mugavustunnet paljajalu seismisel, kõrgete kontsakingadega seismisel ja tallatugedega kõrgete kontsakingadega seismisel.

3. TÖÖ METOODIKA

3.1. Vaatlusalused

Uuringus osales 19 noort naist vanuses 20–25 aastat. Vaatlusaluste valik toimus vanuselise printsiibi alusel ning lisakriteeriumiteks oli jalanumber (suurusega 37–38) ning, et viimase kahe aasta jooksul ei oleks esinenud lülisamba ja alajäsemete traumasid. Uuringus kasutati ühest mudelist kontsakingi (Joonis 4 (A)), mis vastasid suurustele 37, 38 ja 39. Uuringuks valitud king oli stiletto tüüpi (tikk-konts), mille kontsa pindala vastas $1,0\text{ cm}^2$ ning kontsa kõrguseks oli 10cm. Uuringus kasutati standardseid täistalla tugesid pikivõlvi supinaatoriga (Joonis 4 (B)) kõrgusega 1,8 cm.



A.

B.

Joonis 4. Uuringuks kasutatav kõrge kontsaking (A) ja pikivõlvi supinaatoriga tallatoed (B).

3.2. Uuringu korraldus

Uuring viidi läbi Tartu Ülikooli kinesioloogia ja biomehaanika laboris ajavahemikus 03.03.2018 – 02.04.2018. Kõik vaatlusalused said informatisooni uuringu ülesehituse ja eesmärkide kohta ning allkirjastasid informeeritud nõusoleku dokumendi. Enne uuringu alustamist täitsid vaatlusalused labori uuringukaardi ja ankeedi taustaandmete kohta (kas esineb hetkel kaebusi alajäsemete või alaselja osas, kui sagedasti kantakse kontsakingi). Tausta andmete täitmise järgselt mõõdeti antropomeetrilised näitajad, määrati jalalaba pikkus, teostati podomeetiline uuring. Sellele järgnes VAS skaalal kontsakingade ja tallatugede mugavustunde hindamine. Järgnevalt määrati lihastoonuse näitajad, seejärel posturaalkontolli näitajad ning viimaks teostati lülisamba kumeruste määramine sagitaalprofiilis.

Uuringu läbiviimisel osales töö teostaja ja tema juhendaja.

Antud uuring on kooskõlastatud eetika komitee poolt otsusega number 276/T-13 (18.12.2017).

3.3. Uurimismeetodid

3.3.1. Antropomeetriliste näitajate registreerimine

Vaatlusaluste keha mass määrati meditsiinilise kaaluga, täpsus ($\pm 0,1\text{kg}$) ning keha pikkuse määramiseks kasutati Martini metall antropomeetrit täpsus ($\pm 0,1\text{cm}$) (Hauspie et al., 2004). Saadud tulemuste põhjal arvutati välja kehamassiindeksid (KMI) valemiga $\text{KMI} = \text{keha mass (kg)} / \text{pikkus (m}^2\text{)}$ (Maiste et al, 1999). Samuti määrati jalalaba pikkus sentimeetrites.

3.3.2. Jala võlvi seisundi hindamine

Jala võlvi seisundi kaudseks hindamiseks kasutati podomeetria meetodit (Joonis 5 (A)), Diasu Podoscanalyzer'it (Diagnostic Support S.r.l., Itaalia). Vaatlusalused pidid seisma podoskoobil hoides keharaskust võrdselt mõlemal jalal, käed all ning vaade otse. Salvestatud jalajälgi kasutati võlviindeksi väärtuste arvutamisel. Indeksi arvutamisel kasutati Staheli meetodit (Joonis 5 (B)), mida on kirjeldanud Staheli koos kolleegidega (1987). Antud meetodi puhul määratakse jalatalla kõige kitsam lateraalne laius ja kanna laius (cm). Võlvi kõrguse määramiseks jagatakse kitsaim lateraalne laius kanna laiusega. Indeks arvutati mõlema jala puhul eraldi. Võlviindeksi normväärtuseks loetakse 0,3–1,0 (suhtühikut) ning keskmiseks väärtuseks 0,6 (suhtühikut).



A.



B.

Joonis 5. Jalatalla podomeetriline analüüs. A – podoskoop (MedicalExpo, 2018). B – Staheli indeksi arvutamisel kasutati jalatalla kõige kitsamat lateraalset laiust (LL, joonisel lõigu CD pikkus (cm) ning kanna laiust (KL, joonisel lõigu EF pikkus (cm)).

3.3.3. Müotonomeetria

Skeletilihaste toonuse määramiseks kasutati müotonomeetrit Myoton-2 (Joonis 6). Antud aparatuur ja meetodika on välja töötatud Tartu Ülikoolis. Selle meetodi kasutamisel registreeritakse kiirendusanduri abil pindmise skeletilihase mehaaniline vastus, mis on saadud standardse jõu ja kestusega mehhaanilise mõjutuse järgselt. Saadud signaali analüüsitakse personaalarvuti abil. Löögi energia on 0,4 N ja kestus 15 ms, mis välistab taktiliste

retseptorite reflektorse vastuse teket ja ei avalda mõju kudede ainevahetusprotsessidele. Jõuimpulsi järgselt püsib löökotsiku kontakt lihasega ning võngub koos lihasmassiga, milles on esile kutsutud võnkumine, kuni see kustub. Kustuva võnkumise graafiku alusel saab iseloomustada uuritava koe omadusi (Vain, 2002).

Mõõtmised teostati vaatlusalustel püstises asendis kolmel erineval tingimusel: paljajalu, kõrgete kontsakingadega ning kõrgete kontsakingadega, kuhu olid asetatud tallatoed. Toonust määrati järgmistel lihastel (nii paremalt kui ka vasakult kehapoolelt): *m. erector spinae*; *m. rectus abdominis*, *m. biceps femoris*, *m. rectus femoris*, *m. gastrocnemius medialis*, *m. tibialis anterior*. Analüüsiks võeti vaatluse alla toonuse näitajate erinevused fleksorite ja ekstensorite vahel järgmistes segmentides: kere (*m. erector spinae*-*m. rectus abdominis*), reis (*m. biceps femoris*-*m. rectus femoris*), säär (*m. tibialis anterior*-*m. gastrocnemius medialis*). Töö autorid eeldasid, et keha tasakaalu optimaalsetes tingimustes on fleksorite ja ekstensorite mehaaniline pinge tasakaalustatud ehk toonuse vahe on minimaalne. Juhul, kui toonuse erinevus, fleksorite ja ekstensorite vahel on suur ehk statistiliselt oluline, ilmneb lihasdüsbalanss ning erinevates kehasegmentides võib tekkida ülepinge (Kums, et al., 2017). Toonuse näitajate vahe segmentides fikseeriti kolmel tingimusel: paljajalu, seistes kõrgekontsa kingades ning toestatud tallaga kõrgekontsa kingades.



Joonis 6. *M. gastrocnemius lateralis* lihastoonuse mõõtmine müotonomeetriga.

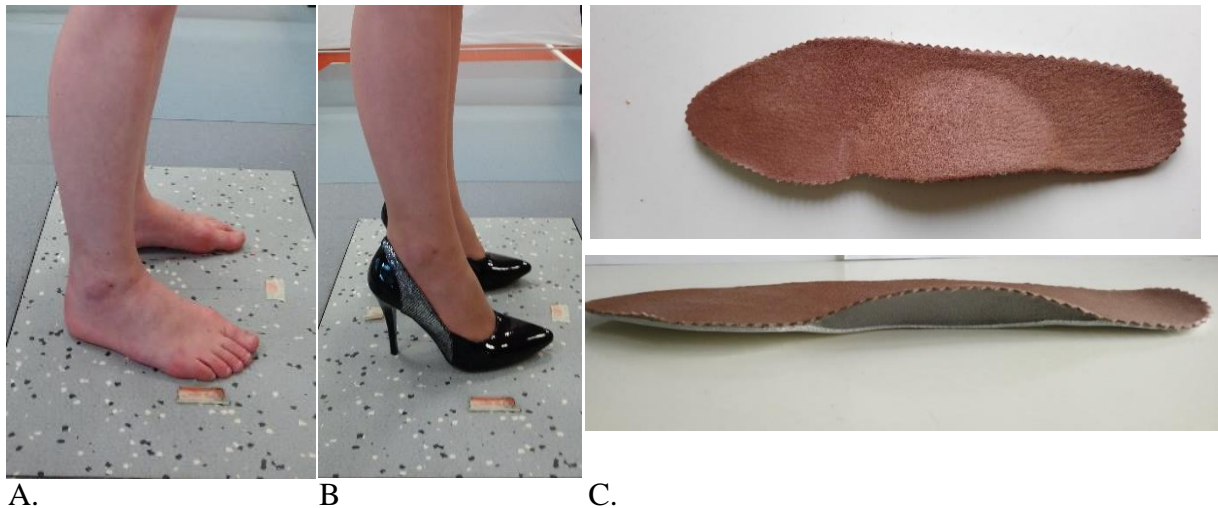
3.3.4. Stabilomeetria

Keha staatilise tasakaalu hindamiseks kasutati dünamograafilist platvormi Kistler 9286A (Šveits, mõõtmed 60x40 cm) ja BTS Elite liigutusanalüüsi tarkvara Sway. Mõõtmiseks seisis vaatlusalune bilateraalselt ühel platvormil (Joonis 7).

Posturaalkontrolli näitajad registreeriti seismisel kolmel erineval tingimusel: paljajalu,

kõrgete kontsakingadega ning kõrgete kontsakingadega, kuhu olid asetatud tallatoed. Personaalarvuti abil registreeriti näitajad. Uuringu käigus analüüsiti järgmisi tasakaalu karakteristikuid:

1. COP nihke parameetrid: A-P ja M-L suunalised kõikumised (SA) ja (SS) tingimustes seistes.
2. COP kõikumise trajektoori karakteristikud: geograafilise pindala (GA) näitajad SA ja SS tingimustes seistes.



Joonis 7. Posturaalkontrolli näitajate mõõtmine. A- seismine paljajalu, B- seismine kõrgete kontsakingadel, C – tallatoed mis olid kingades kolmandal tingimusel seismisel.

3.3.5. Lülisamba kumeruste määramine sagitaalprofiilis

Lülisamba sagitaalprofiili määramiseks kasutati pantograafi (Joonis 8)



Joonis 8. Lülisamba kumeruste mõõtmine sagitaalprofiilis (Valgemäe, 2012).

Antud uuringus kasutati pantograafi S. Willneri (1983) meetodika järgi (Joonis 9). Mõõtmised teostati kolmel erineval tingimusel: paljajalu, kõrgete kontsakingadega ning tallatugedega kõrgete kontsakingadega seismisel. Mõõtmisi korraldati kolm korda igal erineval tingimusel. Vältimaks kõverate kattumist, astus vaatlusalune iga mõõtmise järel 5-10 cm ettepoole. Paberile jäädvustati kolm kõverat, mis iseloomustavad vaatlusaluse lülisamba profiili vahekorras 1:3. Mõõdeti torakaalküfoosi ja nimmelordoosi nurkade väärtusi. Tulemuste analüüsil kasutati kolme mõõtmise keskmisi näite.



Joonis 9. Lülisamba kumeruste mõõtmise meetodika sagitaalprofiilis. C7 – seitsmes kaelalüli, TK° – torakaalküfoosi nurk, LL° – nimmelordoosi nurk.

3.3.6. Mugavustunde hindamine

Mugavustunde hindamiseks kasutati VAS 10 palli skaalat. Subjektiivset mugavustunnet hinnati vaatlusalustel kolmel erineval tingimusel: paljajalu seismisel, kõrgetel kontsakingadega seismisel ning kõrgete kontsakingadega seismisel tallatoestusega. VAS skaalal tähistas vasakpoolne ots mitte mugavat ehk null mugavuspunkti ning parempoolne ots mugavat ehk kümme mugavuspunkti. Analoogset skaalat on kasutatud ka Munnernmanni et al. (2002) uuringus, kus hinnati jalanõude mugavust.

3.4. Andmete statistiline analüüs

Andmete statistiliseks töötamiseks kasutatav tarkvaraprogrammiks oli antud uurimustöös Statistica 13-3. Kõigi mõõdetud parameetrite osas arvutati aritmeetiline keskmine ja standardhälve $\pm(SD)$. Ühemõõtmelise ANOVA Tukey post hoc testiga hinnati keskmiste väärtuste erinevust. Andmete rühmasisest võrdlust teostati paaride t-testiga. Pearsoni korrelatsioonanalüüsiga leiti korrelatiivsed seosed. Statistilise olulisuse nivooks võeti $p < 0,05$.

4. TULEMUSED

Uuringus osales 19 noort naist vanuses 20-25 aastat. Taustaandmete ankeedi põhjal 15 vaatlusalust 19-st kannab kõrgeid kontsakingasid sagedusega kord kuus või vähem. Uuringugrupis oli 4 isikut, kes kandis kõrgeid kontsakingasid regulaarselt. Viimase kahe aasta jooksul ei olnud ühelgi vaatlusalusel olnud alaselja või alajäsemete traumasid.

4.1. Antropomeetrilised näitajad

Vaatlusaluste antropomeetrilised andmed on esitatud tabelina (Tabel 1).

Tabel 1. Vaatlusaluste antropomeetrilised näitajad (keskmine \pm SD)

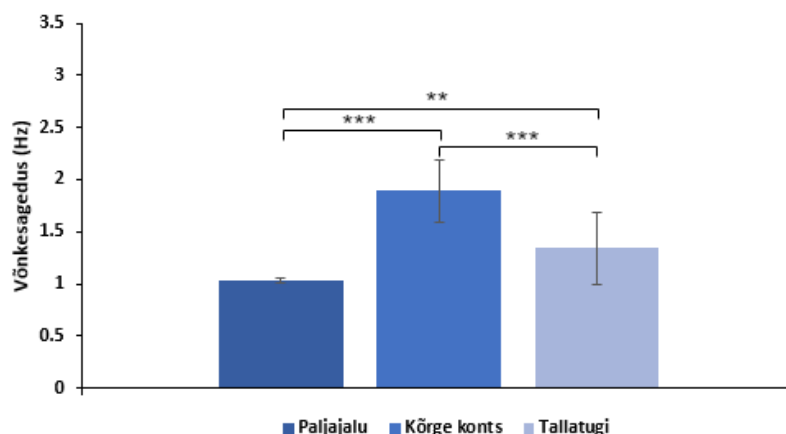
Näitajad	Vaatlusalused n=19
Vanus (aastad)	22,11 \pm 1,62
Kehamass (kg)	59,27 \pm 6,55
Kehapikkus (cm)	166,52 \pm 3,60
Kehamassi indeks (kg/ m ²)	21,39 \pm 2,41
Jalapikkus (cm)	24,25 \pm 0,58

4.2. Jala võlvi seisund

Vaatlusaluste võlviindeksi väärtustes ei esinenud olulist erinevust vasaku ja parema jala osas ($p>0,05$). Grupi keskmine võlviindeksi näitaja oli 0,70 \pm 0,07 suhtühikut. Grupi keskmine väärtus jääb indeksi normväärtuste vahemiku (Staheli et al., 1987).

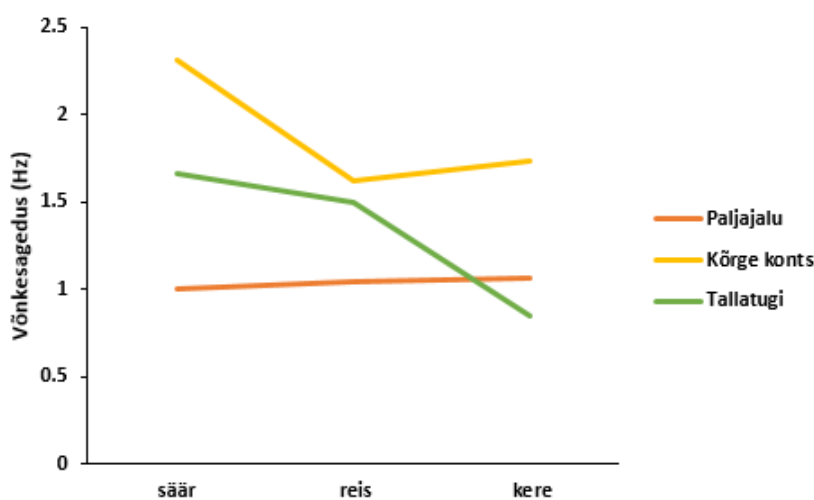
4.3. Lihastoonuse näitajad

Paljajalu seismisel tuli mõõdetavate lihaste üldine lihastoonuse erinevuse väärtus 1,03 \pm 0,02 Hz. Kontsakingadel seistes fleksorite ja ekstensorite vaheline toonuse erinevus moodustas 1,89 \pm 0,3 Hz ning tallatoestusega kingade puhul oli vastav näitaja 1,34 \pm 0,35 Hz. Statistiliselt oluline erinevus esines kõigi kolme tingimuse puhul. Paljajalu seismisel oli toonuse erinevus oluliselt ($p<0,001$) väiksem võrreldes kõrgetel kontsakingadel seismise puhul, ning samuti väiksem ($p<0,01$) võrreldes tallatoestusega kingades saadud tulemustega. Kusjuures kõrgetel kontsakingadel seistes oli toonuse erinevus oluliselt suurem ($p<0,001$) võrreldes tallatoestusega seismise puhul (Joonis 10).



Joonis 10. Fleksorite ja ekstensorite vaheline summaarne (kere + alajäsemed) toonuse erinevus registreeritud kolmel tingimusel (keskmine±SD), *** $p<0,001$; ** $p<0,01$.

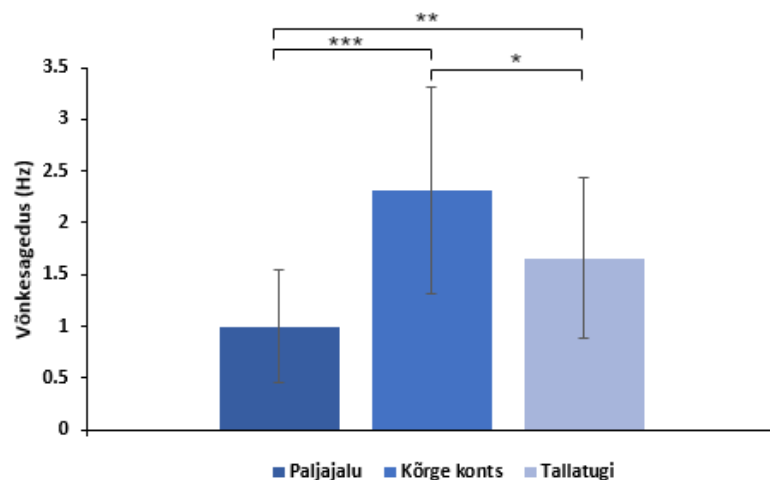
Lihastoonuse erinevus uuritud segmentides on toodud välja joonisel (Joonis 11). Toonuse erinevus säärelihastes paljajalu seistes moodustas $1,0\pm0,54$ Hz, kõrgete kontsakingadega $2,31\pm0,76$ Hz ning toetusega kingade puhul $1,66\pm0,78$ Hz. Reielihaste toonuse erinevuse näitajad olid vastavalt $1,04\pm0,35$ Hz paljajalu, $1,62\pm0,74$ Hz kõrge kontsa puhul ning tallatoega $1,5\pm0,87$ Hz. Kerelihaste toonuse erinevuse näitajad oli paljajalu seismisel $1,06\pm0,51$ Hz, kõrgete kontsakingadega seismisel $1,73\pm0,96$ Hz ning tallatoega kontsakingadega seismise puhul $0,85\pm0,46$ Hz.



Joonis 11. Lihastoonuse erinevuse (fleksor-ekstensor) jaotuvus segmentide kaupa registreeritud kolmel tingimusel: paljajalu, kõrge kontsaking, tallatoetusega kontsaking.

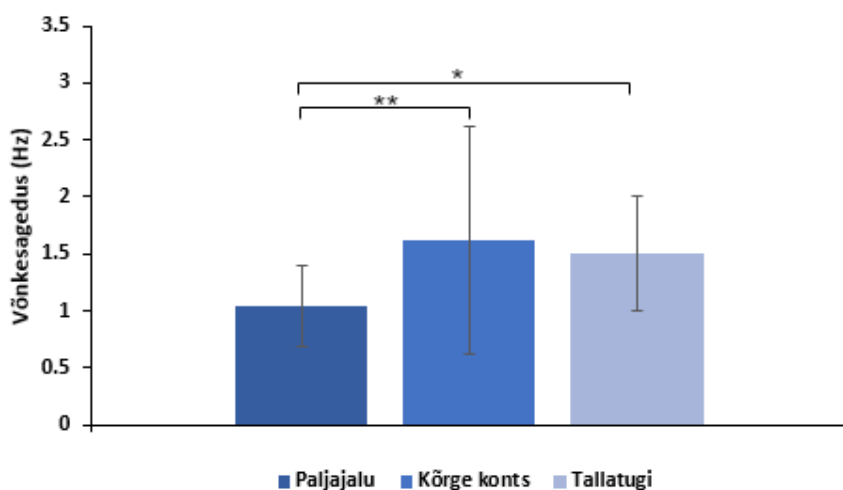
Säärelihaste (fleksor-ekstensor) toonuse vahe näitajates esinesid olulised erinevused kõigi kolme tingimuse puhul. Säärelihaste toonuse erinevus paljajalu seistes oli $1,0\pm0,54$ Hz ning esines oluline erinevus võrreldes kõrge kontsakingadel ($p<0,001$) ning tallatoega kingadel seismisega ($p<0,01$). Kõrge kontsakingaga seismisel säärelihaste toonuse vahe moodustas

2,31±0,76 Hz ja tallatoega kingadel seismisel oli vastav näitaja 1,66±0,78 Hz, kus näitajate vahel ilmnes samuti oluline erinevus ($p<0,05$) (Joonis 12).



Joonis 12. Säärelihaste toonuse erinevus (fleksor-ekstensor) registreeritud kolmel tingimusel (keskmine±SD), *** $p<0,001$; ** $p<0,01$; * $p<0,05$.

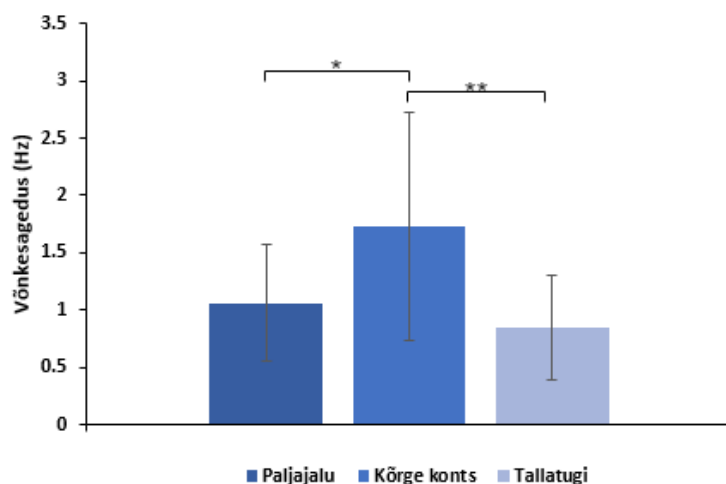
Reielihastes (fleksor-ekstensor) toonuse vahe paljajalu seistes oli 1,04±0,35 Hz , kõrgete kontsade puhul 1,62±0,74 Hz ning tallatugede kasutamisel 1,5±0,87 Hz. Olulised erinevused esinesid paljajalu ning kõrgetel kontsakingadel seismise ($p<0,01$) ja paljajalu ning tallatugede kasutamise vahel ($p<0,05$) (Joonis 13).



Joonis 13. Reielihaste toonuse erinevus (fleksor-ekstensor) registreeritud kolmel tingimusel (keskmine±SD), ** $p<0,01$; * $p<0,05$.

Kerelihaste (fleksor-ekstensor) toonuse erinevuse näitajad olid järgmised: paljajalu 1,06±0,51 Hz, kõrgetel kontsakingadel 1,73±0,96 Hz ning tallatugedega kingadel seistes 0,85±0,46 Hz. Paljajalu ning kõrge kontsa tingimustes toonuse vahe (fleksor-ekstensor)

näitajad olid oluliselt erinevad ($p<0,05$), oluline erinevus samas näitajas ilmnes ka kõrge kontsa ja tallatoestusega kinga kasutamise puhul ($p<0,01$) (Joonis 14).

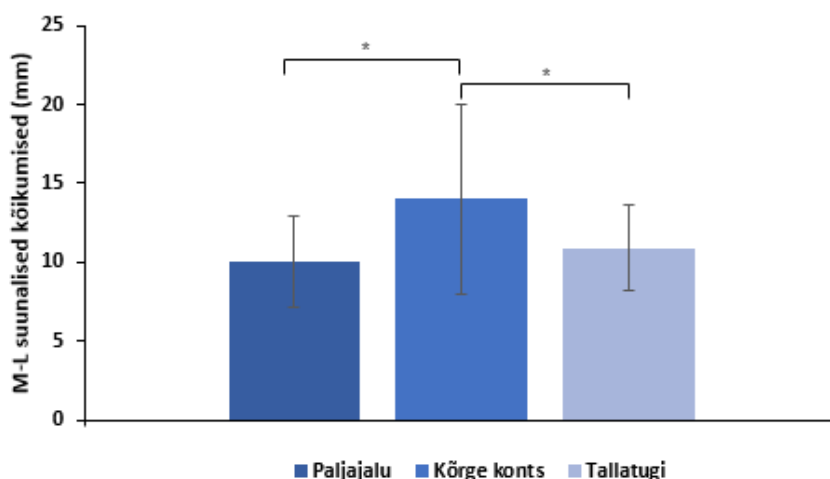


Joonis 14. Kerelihaste toonuse erinevus (fleksor-ekstensor) registreeritud kolmel tingimusel (keskmine \pm SD), ** $p<0,01$; * $p<0,05$.

4.4. Posturaalkontrolli näitajad

4.4.1. COP M-L suunalised kõikumised (SA) ja (SS) seismisel

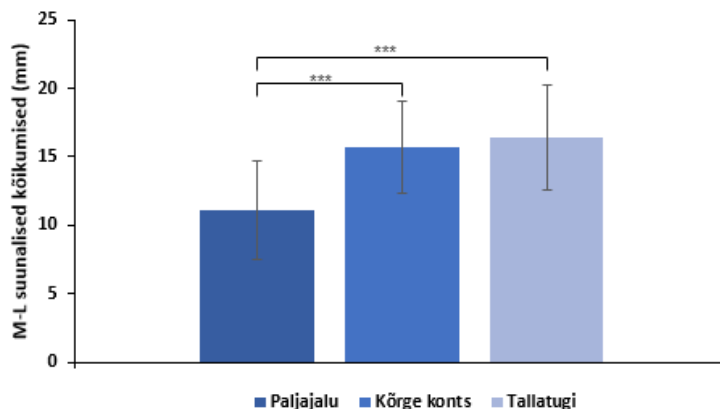
M-L suunalised kõikumised (SA) paljajalu seistes moodustasid $9,99\pm2,88$ mm, kõrgetel kontsakingadel seistes $13,99\pm5,99$ mm, ning tallatugede kasutamisel $10,88\pm2,71$ mm. Statistiliselt oluline erinevus ($p<0,05$) ilmnes M-L suunalistes kõikumistes (SA) paljajalu seismisel võrreldes kõrgetel kontsadel seismisega, ning kõrge kontsa ja tallatõe tingimuste puhul esines oluline erinevus ($p<0,05$) nimetatud näitajas (Joonis 15).



Joonis 15. COP kõikumiste nihe M-L (SA) seismisel, (keskmine \pm SD), * $p<0,05$.

Seistes (SS) esinesid olulised erinevused ($p<0,001$) M-L suunalistes kõikumistes kingade

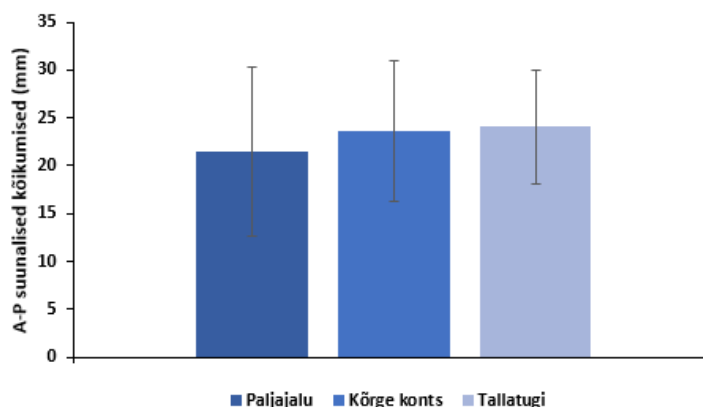
ja tallatugede tingimustes saadud väärtuste võrdlemises paljajalu seismisega. Paljajalu seistes (SS) oli M-L kõikumiste väärtus $11,09 \pm 3,58$ mm, kõrgete kontsakingadel seismisel $15,73 \pm 3,39$ mm ning tallatoega kingadel seismisel $16,41 \pm 3,83$ mm (Joonis 16).



Joonis 16. COP kõikumiste nihe M-L suunas (SS) seismisel, (keskmine \pm SD), *** $p < 0,001$.

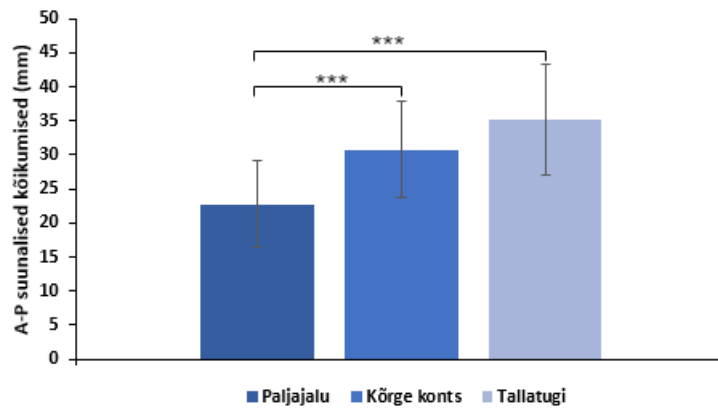
4.4.2. COP A-P suunalised kõikumised (SA) ja (SS) seismisel

A-P suunaliste kõikumiste puhul (SA) erinevatel seismistingimustel saadud tulemustes statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud ($p > 0,05$). A-P (SA) suunalisliste kõikumiste väärtused olid järgmised: paljajalu $21,5 \pm 8,82$ mm, kõrge kontsakingaga $23,59 \pm 7,32$ mm ning tallatoega kingadega $24,05 \pm 5,99$ mm (Joonis 17).



Joonis 17. COP kõikumise nihe A-P suunas (SA) seismisel, (keskmine \pm SD).

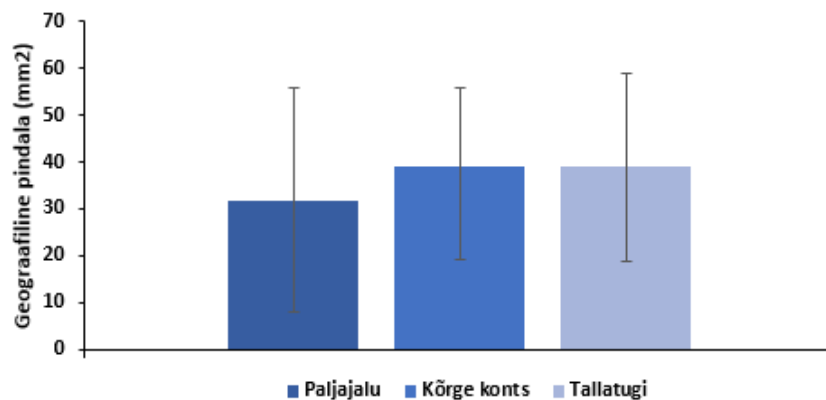
A-P suunaliste kõikumiste (SS) puhul esinesid olulised erinevused ($p < 0,001$) paljajalu seismisel ja teistel tingimustel saadud tulemuste vahel. Paljajalu seistes (SS) oli A-P suunaliste kõikumiste väärtus $22,75 \pm 6,31$ mm, kõrgete kontsakingadel $30,73 \pm 7,11$ mm ning tallatoega kingadel vastavalt $35,17 \pm 8,25$ mm (Joonis 18).



Joonis 18. COP kõikumise nihe A-P suunas (SS) seismisel (keskmine \pm SD), *** $p < 0,001$.

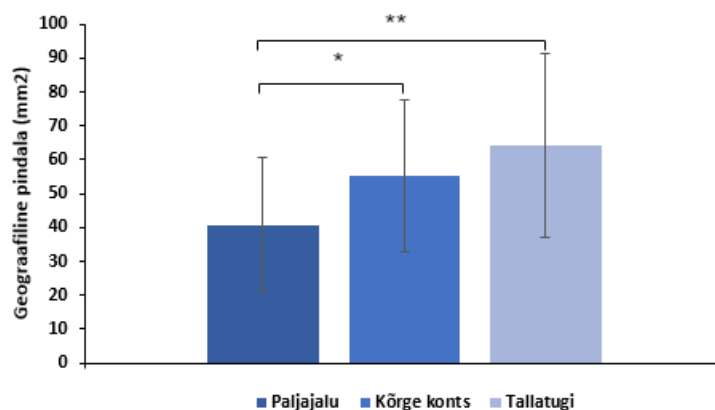
4.4.3. COP GA suurus (SA) ja (SS) seismisel

COP GA (SA) seismisel oli paljajalu seistes 31,9 \pm 24 mm, kõrgetel kontsadel 39,22 \pm 16,44 mm ja tallatugede kasutamisel 38,88 \pm 20,18 mm. Olulisi erinevusi nimetatud näitajates pole leitud ($p > 0,05$) (Joonis 19).



Joonis 19. COP GA (SA) seismisel (keskmine \pm SD).

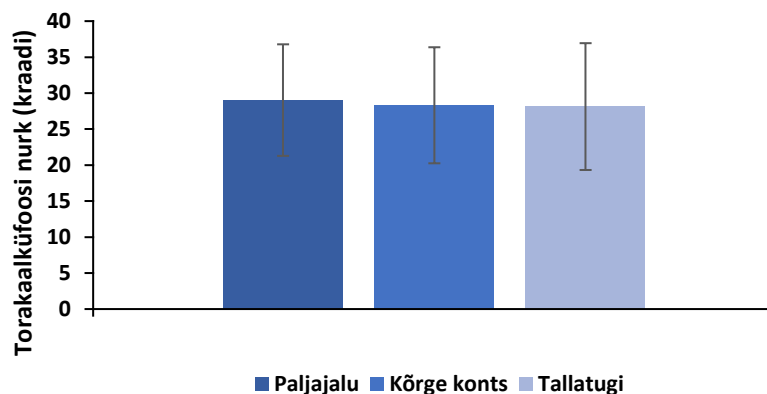
GA (SS) olid väärtused vastavalt: paljajalu 40,71 \pm 19,9mm, kõrgete kontsakingadega 55,38 \pm 22,5 mm ja toetusega 64,15 \pm 27,17 mm. GA (SS) esinesid olulised erinevused ($p < 0,05$) paljajalu ja kontsakingade puhul ning veel olulised erinevused ($p < 0,01$) ilmnasid paljajalu ja tallatugede tingimuste omavahelisel võrdlemisel (Joonis 20).



Joonis 20. COP (GA) seismisel (SS) (keskmine \pm SD), ** $p<0,01$; * $p<0,05$.

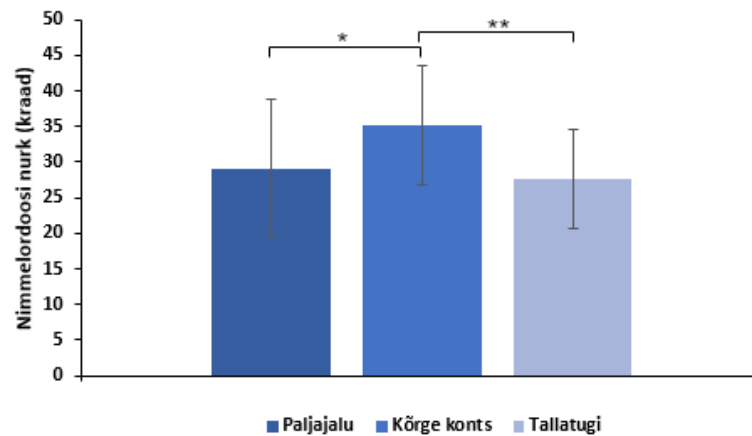
4.5. Lülisamba sagitaalprofiili näitajad

TK $^{\circ}$ väärtustes, mida määrati kolmel tingimusel: paljajalu, kõrge kontsakinga ja tallatoestusega seismisel, olulisi erinevusi ei esinenud ($p>0,05$). Paljajalu seismisel oli TK $^{\circ}$ väärtus $29,08\pm 7,75^{\circ}$; kõrge kontsakingaga seismisel $28,31\pm 8,06^{\circ}$ ning tallatoega toetatud kõrge kontsakingaga seismisel $28,13\pm 8,81^{\circ}$ (Joonis 21).



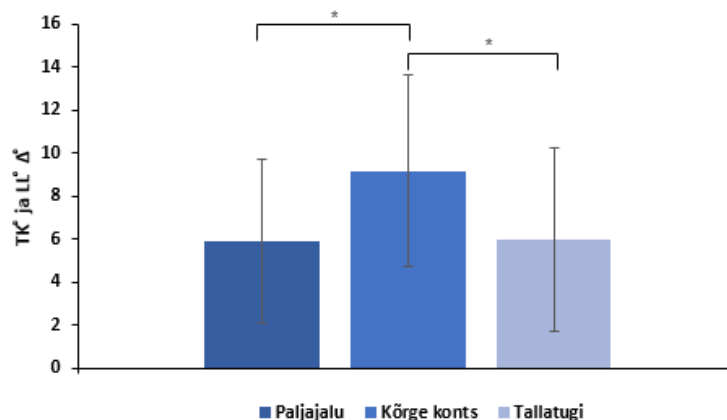
Joonis 21. TK $^{\circ}$ suurus (keskmine \pm SD), $p>0,05$.

LL $^{\circ}$ väärtused olid järgmised: paljajalu seistes $29,14\pm 9,6^{\circ}$, seistes kõrgetel kontsakingadel $35,18\pm 8,47^{\circ}$, tallatoe lisamisel kingadesse oli nurga suurus seismisel $27,56\pm 6,91^{\circ}$. Oluline erinevus lordoosi väärtustes ($p<0,05$) ilmnis paljajalu ning kõrge kontsakingaga seismisel. Erinevus LL $^{\circ}$ väärtustes ($p<0,01$) esines samuti kõrgete kontsade ning tallatugede tingimustes. Statistiliselt olulist erinevust ei esinenud LL $^{\circ}$ väärtustes mõõdetuna paljajalu ja tallatoestusega kingades seismisel ($p>0,05$) (Joonis 22).



Joonis 22. LL° suurus (keskmine±SD), **p<0,01, *p<0,05.

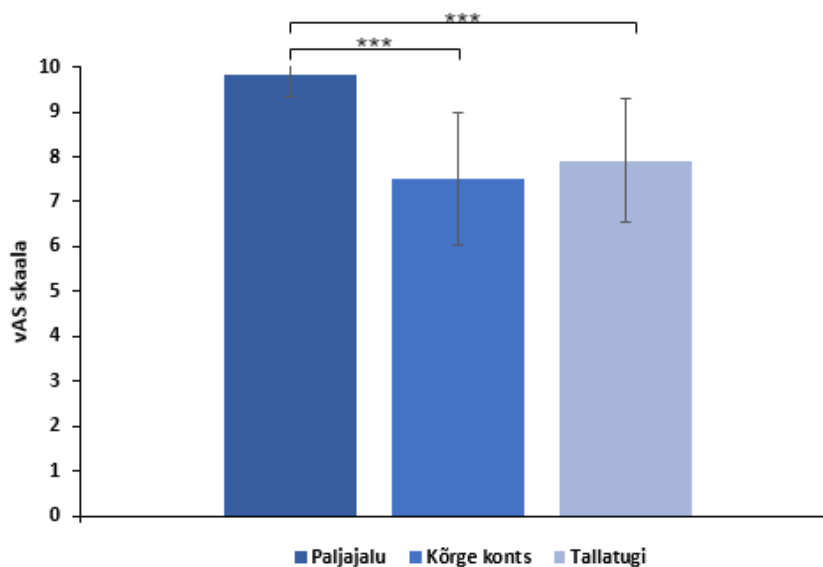
TK° ja LL° L väärtuste vahe (Δ°) oli oluline ($p<0,05$) seismisel paljajalu ja kõrgete kontsakingade tingimustes ning kõrgete kontsakingade ja tallatugedega kingade puhul. Paljajalu seismisel TK° ja LL° vahe moodustas $5,89\pm3,79^\circ$, kõrge kontsakingaga seistes $9,17\pm4,43^\circ$ ning tallatoestusega kingade puhul $5,97\pm4,23^\circ$ (Joonis 23).



Joonis 23. TK° ja LL° vahe (Δ°) seistes paljajalu, kõrgete kontsakingade ning tallatoestusega kõrgete kontsakingade tingimustes (keskmine±SD), *p<0,05.

4.6. VAS skaalal mugavustunde näitajad

Paljajalu seistes oli VAS skaala keskmine väärtus $9,84\pm0,51$ palli, kõrgetel kontsakingadel seistes $7,5\pm1,48$ palli ja tallatugedega kingadel seistes $7,91\pm1,37$ palli. VAS skaalal mugavustunde hindamisel esines oluline erinevus ($p<0,001$) paljajalu ja kontsakingadel seismise tingimuse puhul ning samuti paljajalu ja tallatugede tingimuse puhul ($p<0,001$) (Joonis 24).



Joonis 24. Mugavustunde näitajad pallides(keskmine \pm SD), *** $p<0,001$.

4.7. Uuritud parameetrite korrelatiivsed seosed

Negatiivne korrelatiivne seos leiti võlviindeksi ja M-L suunaliste kõikumiste osas seismisel (SS) uuringu kõigi kolme tingimuse puhul: paljajalu ($r=-0,4685$, $p<0,05$), kõrgete kotsakingadega ($r=-0,5824$; $p<0,05$) ja tallatugedega kingadel ($r=-0,5541$, $p<0,05$). Analüüs näitas positiivset korrelatiivset seost võlviindeksi ja VAS mugavustunde vahel tallatugede tingimusel ($r=0,5737$, $p<0,05$).

Lüüsisamba nimmelordoos on oluliselt seotud nii COP GA (SA) ($r=0,6025$, $p<0,05$) ning A-P (SA) suunaliste kõikumistega ($r=0,5982$, $p<0,05$) seistes kotsakingadega.

Positiivne korrelatiivne seos esines säärelihaste ekstensori (*m. gastocnemius medialis*) ja fleksori (*m. tibialis anterior*) toonuse vahel ($r=0,6603$, $p<0,05$) seismisel toetusega kingadel. Oluline seos oli samuti säärelihaste toonuste vahel paljajalu seismisel ($r=0,8008$, $p<0,05$).

Kõrgete kotsakingadega seismisel esines negatiivne korrelatsioon säärelihaste toonuse ja GA (SA) ($r=-0,4584$; $p<0,05$) ning positiivne korrelatsioon GA (SS) tingimusega ($r=0,5020$; $p<0,05$). Tallatoetusega seismise puhul esines negatiivne korrelatsioon säärelihaste toonuse ja GA (SS) ($r=-0,4584$; $p<0,05$).

Positiivne korrelatsioon esines tallatugede tingimusel M-L kõikumised (SA) ja (SS) tingimuse vahel ($r=0,6421$; $p<0,05$). Toetusega kingadel seistes esines positiivne korrelatiivne seos GA (SA) ja (SS) tingimuste vahel ($r=0,5822$; $p<0,05$).

5. ARUTELU

Käesoleva töö peamiseks eesmärgiks oli hinnata tallatugede mõjuavaldu lihastoonuse ja posturaalkontrolli näitajatele kõrgete kontsakingade seismisel, noortel naistel. Uuringus määrati kehatüvelihaste ning alajäseme lihaste toonuse näitajad; keha staatilise tasakaalu karakteristikud, lülisamba sagitaalprofiil ja hinnati mugavustunnet kolmel tingimusel: paljajalu, kõrgetel kontsakingadel ning tallatugedega kõrgetel kontsakingadel seistes. Uuringus osales 19 noort naist vanuses $22,11 \pm 1,62$ aastat.

Podomeetria tulemustest selgus, et antud uuringu vaatlusaluste võlviindeks jäi normi piiridesse ehk saadud indeksi väärtused ei ületanud normväärtust, mis vastab 1,0 suhtühikule. Normväärtusest suurema näitaja puhul oleks tegu lampjalaga (Staheli et al., 1987). Seega uuringus osalesid vaatlusalused, kelle võlvi kõrgus oli normipärane.

Mugavustunde hindamine ei olnud käesoleva uuringu puhul peamisi eesmärke, kuid on käsitletud lisaaspektina järgides Lee & Hong (2005) ning Hong ja kolleegide (2013) uuringute eeskju, mis samuti vaatlesid tallatugede mõju kontsakingade kasutamise puhul. Mugavustunde hindamiseks kasutati käesolevas magistritöös VAS skaalat. Meetodi eeskjaks võeti Mүнnermanni ja kolleegide (2002) uuring, kus hinnati samuti jalanõude mugavustunnet VAS skaalaga ja ka varasemates sarnase teemaga uuringutes (Hong et al., 2013; Lee & Hong, 2005). VAS skaalal tähistas vasakpoolne ots mitte mugavat ehk null mugavuspunkti ning parempoolne ots mugavat ehk kümme mugavuspunkti.

Lee & Hong (2005) uuringus hinnati mugavustunnet kõndides kõrgete kontsakingadega kasutades erinevaid tallatugesid. Uuringu tulemuste järgi oli kõrgetel kontsakingadel käimisel keskmine VAS väärtus 2,6 palli. Kannatoega kõrgete kontsadega tingimuses oli mugavustunne VAS skaalal hinnatud 5,2 palli, piki võlvi toe puhul 5,4 palli ja täistallatõe puhul oli aritmeetiline keskmine 6,8 palli. Lee & Hong (2005) uuringust selgus et tallatugedest vaid ristivõlvi supinaator ei vähendanud ebamugavustunnet kõrgete kontsadega kõndimisel. Madalate jalanõude kandmisel oli VAS mugavustunde väärtuseks 7,6 palli. Hong ja kolleegide (2013) uuringu põhjal leiti olulised erinevused mugavustunde näitajate osas paljajalu ja kõrge kontsakinga ning kontsa ja tallatugede tingimuse näitajate vahel. Kontsa kõrguse kasvades vähenes oluliselt mugavustunne ning mugavustunne suurenes märkimisväärselt võrreldes ilma toetusega kingaga kõndimisel.

Käesoleva uuringu väärtused olid: VAS skaala keskmine väärtus paljajalu seismisel $9,84 \pm 0,51$ palli, kõrgetel kontsakingadel seistes $7,5 \pm 1,48$ palli ja tallatugedega kingadel seistes $7,91 \pm 1,37$ palli. Võrreldes paljajalu seismisega esines statistiline erinevus ($p < 0,001$) kinga ja tallatõe tingimustega võrreldes. Antud uuringu puhul teostati VAS skaalal

hindamine enne mõõtmiste alustamist ning see võib olla üheks põhjuseks, miks ei ilmnenud tallatugede puhul suurem mugavustunne. Võib eeldada, et kõndimisel ja katsete tegemise järgselt oleksid vaatlusalused tajunud paremini kuidas king ja tallatugi mugavustunde suurust mõjutavad nagu varasemates uuringutes uuringud (Hong et al., 2013; Lee & Hong, 2005). Korrelatsiooni analüüs näitas, et võlviindeksi ja tallatoe mugavustunde vahelist seost ($r=0,5737$; $p<0,05$), mis näitab et madalama pikivõlvi puhul mängib tallatugi olulisemat rolli ja pakkudes paremat mugavustunnet. Kuna käesolevas uuringus vaatlusaluste võlviindeksi keskmine väärtus jäi normi piiridesse, siis antud vaatlusgrupi põhjal otsest võlvi mõju VAS näitajatele ei esinenud.

Posturaalkontrolli kui ka lihastoonuse näitajad mõjutavad kehahoidu (Pezzan et al., 2011). Seetõttu on antud uuringus hinnatud peamiste ülesannete kõrval ka lülisamba sagitaalprofiili näitajaid. Käesoleva uuringu tulemustest selgus, et kõrgete kontsakingade ja tallatugede tingimuses TK° ei muutunud. Muutus leidis aset aga nimmelordoosi osas. Kõrgetel kontsakingadel seistes oluliselt suurenes nimmelordoos, erinevus ($p<0,05$) ilmnes võrreldes paljajalu seismisega ning samuti võrreldes tallatugedega kingadel seismisega ($p<0,01$).

Varasemates uuringutes on leitud suhteliselt vastakaid tulemusi LL° muutuse osas kontsakinga kandmisel. Mitmetes töodes on näidatud LL° vähenemist kõrgete kontsakingade kasutamisel (Iqbal et al, 2012; Baaklini et al, 2017, Opila et al 1988), mis on vastupidine käesoleva magistritöö leiuga. LL° suurenemist kõrgete kontsakingade puhul, toetab Pezzan ja kolleegide (2009) uuring, kus vaatluse all olid vähese kogemusega kõrge kontsakinga kandjad. Võib eeldada, et üheks põhjuseks, miks antud uuringu leid on sarnane Pezzan ja kolleegide (2009) uuringuga on ka käesoleva uuringugrupi vähene kontsakingade kandmise kogemus. Käesoleva uuringu vaatlusaluste taustaandmete põhjal osales uuringus 15 vaatlusalust, kes kannab kontsakingasid kord kuus või harvem. Uuringus osales vaid 4 isikut kes kannab kontsakingasid regulaarselt.

Meie uuring näitab, et tallatoed aitavad vähendada kontsakingade mõju lülisamba sagitaalprofiilile oluliselt vähendades LL° väärtust. Autorile teadaolevalt ei ole varasemad uuringud otseselt hinnanud tallatugede mõju sagitaalprofiili näitajatele kõrgete kontsakingade puhul, mis teeb antud leiu oluliseks ja näitab vajalikust antud aspekti ka tulevikus uurida.

Seismine kõrgetel kontsakingadel on ebastabiilne seisund kuna toepind on vähenenud (Srivastava et al., 2012). Tasakaalu säilitamiseks aktiveeruvad erinevad liigutuslikud strateegiad puusaliigeste ja hüppeliigeste tasandil, milleks on keha pidev M-L ja A-P suunalised kõikumised (Wallace, 2001).

Käesoleva uuringu tulemustest selgus, et kõrgete kotsakingade puhul M-L (SA) suunalised kõikumised suurenevad ning tallatugedega kingadel seistes kõikumised oluliselt vähenevad. Omakorda paljajalu seismise ja tallatugedega kingade seismise vahel olulisi erinevusi ei esinenud. Seetõttu saab teha järelduse, et tallatoed aitavad parandada stabiilsust vähendades külgsuunalist kõikumist.

Hong ja kolleegid (2013) uurisid kõrgete kotsakingade ja tallatugede mõju stabiilsuse näitajatele käimisel. Tulemustest selgus, et kotsakingadega käimisel suureneb inversiooni nurk kannalöögi momendil, mis vähendab stabiilsust alajäsemete liigestes. Täistallatõe kasutamisel vähenes inversiooni nurk 32% võrra, võrreldes ilma tallatoeta kõrgete kotsadega käimisel saadud tulemusega. See uuring (Hong et al., 2013) toetab väidet, et tallatoed vähendavad osaliselt kõrge kotsakinga poolt põhjustatud ebastabiilsust hüppeliigestes parandades mõningasi posturaalkontrolli näitajaid.

Antud uuringus A-P (SA) suunaliste kõikumiste osas olulisi erinevusi uuritud tingimuste puhul ei esinenud. See on vastakas leid Gerber ja kolleegide (2012) uuringu leiuga, kus A-P (SA) tingimuste puhul leiti erinevus paljajalu seismise ja kõrge kotsakingaga seismise vahel.

Käesolev uuring näitas et A-P (SS) tingimustes ei esinenud olulisi erinevusi kõrge kotsakinga ja tallatugede kasutamise puhul, olulised erinevused ilmnemise vaid paljajalu seismisega võrreldes. Märkimisväärset kõikumiste A-P (SS) suurenemist kõrge kotsakinga tingimustes seismisel leidis Gerber kolleegidega (2012) oma uuringus sarnaselt käesoleva töö tulemustega.

Varasemalt on oma magistr töö raames uurinud eri kõrgusega kotsakingade mõju posturaalkontrolli näitajatele Valgemäe (2012). Valgemäe uuringu tulemustest selgus, et kõrgete kotsakingadega seistes suureneb M-L suunalised kõikumised (SA) ning (SS) tingimustes, kuid statistilist olulisust paljajalu seismise näitajatega võrreldes ei esinenud. Kusjuures A-P suunalistes kõikumistes (SA) tingimuses väärtuse märkimisväärset suurenemist võrreldes paljajalu seismisega ei esinenud. A-P suunaliste kõikumiste puhul avaldus oluline erinevus (SS) tingimuses kotsakinga ja paljajalu seismise vahel. Valgemäe (2012) töö tulemustest selgus ka COP GA suurenemine kotsa kõrguse kasvades nii (SA) kui ka (SS) tingimuses. Käesoleva uuringu puhul (SA) tingimustes GA osas statistilist olulisust võrreldes paljajalu seismise ja teiste tingimuste vahel ei esinenud.

Keha staatiline tasakaal kindlustatakse lihaste mehaanilise pinge abil (Simons & Mense, 1998). Taolist lihaste pingeseisundit nimetatakse lihastoonuseks (Pääsuke, 1997). Optimaalse kehaasendi puhul on energiakulu seismisel minimaalne. See tähendab, et fleksorite ja ekstensorite toonus on balansseeritud ehk tasakaalustatud (Kums et al., 2016; Pezzan et al.,

2011). Selline lihaste balansseeritus väljendus ka antud uuringu vaatlusaluste lihastoonuse näitajates just paljajalu seismisel.

Kõrgete kontsakingade kasutamisel esineb kompensatoorselt KRK nihkumine (Annoni et al., 2014; Lee & Jeong, 2001; Opila et al. 1988; Pezzan et al., 2009) ning keha on viidud ebastabiilsesse seisundisse. Toepinna ettepoole nihkumisel liigub keha vastuseks taha suunas ning lihastest aktiveeruvad esimesena *m. tibialis anterior* ja *m. erector spinae*. See põhjustab lihastevahelist düsbalansi kehatüvelihastes ja säärelihastes (Shumway–Cook & Woollacott, 2007). Seda näitab ka käesolev uuring, kuna kõrge kontsakinga kandmisel esines alajäsemete- ja kehatüvelihaste üldine düsbalanss. Tasakaalutus väljendus samuti tallatugede puhul, kuid võrreldes lihtsalt kõrgetel kontsadel seismisega oli see väiksem. Seega võib siit teha järelduse, et tallatugede kasutamine aitab vähendada lihaste ülepinge seisundit alajäsemete lihastes ja kehatüvelihastes.

Vaadeldes toonuse näitajaid piirkonniti selgus uuringu tulemustest, et olulisi muutusi reielihaste toonuste osas ei esinenud kolme tingimuse vahel. Kermani ja kolleegide (2018) uuringu tulemused olid sarnased, kuna uuringus ei tuvastatud EMG meetodil hinnates *m. rectus femoris* osas bioelektrilise aktiivsuse muutusi paljajalu ja kõrgete kontsakingade tingimuste vahel.

Hong kolleegidega (2013) toovad oma uuringus välja, et kontsa kõrguse kasvades suureneb *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemiuse medialis* ja *m. quadriceps* lihaste aktivatsioon. Leiule sarnaselt on ka käesoleva uuringu puhul märkimisväärsim lihaspinge ja düsbalanss säärelihaste ekstensorite ja fleksorite vahel.

Korrelatsiooni analüüsi käigus saadud tulemused näitasid tallatugede positiivset mõju lihaste düsbalansi vähendamise osas kõrgete kontsakingade tingimuses. Positiivne korrelatsioon esines *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemiuse medialis* lihaspinge väärtuste vahel: seistes paljajalu ($r=0,8008$; $p<0,05$), tallatugedega kingadel seismisel ($r=0,6604$; $p<0,05$). Selle tulemusel tagatakse lihastasakaal säärelihastes, kuna mõju lihastele on antud tingimustes sarnane. Kõrge kontsakinga seismisel korrelatsiivset seost *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemiuse medialis* toonuse tõusu vahel ei esinenud ($r=0,3660$; $p>0,05$), mis seletab düsbalansi teket säärelihastes.

Käesoleva uuringu tulemused näitasid tallatugede positiivset mõju posturaalkontrolli näitajatele ning säärelihaste funktsionaalsele seisundile. Kõrgete kontsakingade seismise puhul säärelihaste düsbalansi suurenedes vähenes GA (SA) tingimustes ($r=-0,4584$; $p<0,05$) kuid (SS) tingimustes GA suurenes ($r=0,5020$; $p<0,05$). Seega raskendatud tingimustes, kus visuaalne sensorika oli väljalülitatud ilmnes oluline tasakaalu häirumine. Tallatoestusega seismise puhul säärelihaste düsbalanss ei avaldanud olulist mõju GA (SA) näitajatele, oluline

seos puudub ($r=-0,1101$; $p>0,05$). Seistes (SS) tingimustes, seega visuaalse sensorika väljalülitamise tingimustes säärelihaste düsbalaanss oluliselt võib parandada posturaalkontrolli, mis kajastus GA (SS) vähenemises ($r=-0,5172$; $p<0,05$). Need seosed näitavad, et kõrge kontsakinga tingimuses on vajalik keha tasakaalu säilitamiseks rakendada ülepinge säärelihastes juba (SA) tingimuses. Tallatugede puhul toimub selline kompensatoorne muster alles visuaalse komponendi välja lülitamisel. Samuti on näha nendest seostest, et ilma toetusega kingade puhul raskendatud tingimustes (SS) ei suuda lihaste pingeseisund enam paremat stabiilsust tagada ning posturaalkontroll halveneb. Tallatoed seevastu aitavad vähenenud toepinna tingimuste puhul mehaanilise pinge tõusuga alajäsemete lihastes tagada parema stabiilsuse, mis väljendub GA (SS) näitajate vähenemises.

Lülisamba nimmelordoosi suurenemine kõrgete kontsakingade puhul oli positiivses seoses posturaalkontrolli COP GA (SA) ($r=0,6025$, $p<0,05$) ning A-P suunaliste kõikumistega (SA) ($r=0,5982$, $p<0,05$). See tähendab seda, et nimmelordoosi suurenedes esines rohkem ette-taha suunalist kõikumisi ning suurenes COP GA (SA). Paljajalu seistes ja toetusega kinga puhul oli LL° väiksem ning ei avaldanud negatiivset mõju tasakaalu näitajatele. Tulemuste analüüs näitab, et tallatoed vähendavad kingade poolt põhjustatud LL° suurenemist ning see aitab omakorda parandada A-P suunaliste kõikumiste (SA) ning GA (SA) näitajaid.

Vaadeldes posturaalkontrolli karakteristikute seoseid leiti korrelatiivne seos võlviindeksi ja M-L suunaliste kõikumiste (SS) vahel kolmel tingimusel: paljajalu ($r=-0,4685$; $p<0,05$), kontsakingaga ($r=-0,5824$; $p<0,05$), tallatoega ($r=-0,5541$; $p<0,05$). Mida kõrgem oli võlviindeks, seda vähem esines külgsuunalist kõikumist visuaalse sensori väljalülitamisel. See näitab, et raskendatud tingimustes nagu seda on (SS) seismine on toepinna suurus olulise tähtsusega. Gerber (2012) kolleegidega leidis samuti oma uuringus just kõige suurema erinevuse M-L suunalistes kõikumistes (SS) seismisel kõrgetel kontsakingadel. Positiivne korrelatsioon esines samuti tallatugede puhul M-L suunaliste kõikumiste (SA) ja (SS) tingimuse vahel ($r=0,6421$; $p<0,05$). Toetusega kingadel seistes esines positiivne korrelatiivne seos GA (SA) ja (SS) tingimuste vahel ($r=0,5822$; $p<0,05$). Positiivne korrelatsioon näitab võrdväärsust tingimuste puhul. Samas kõrgete kontsakingade puhul omavahelisi seoseid külgsuunaliste kõikumiste (SA) ja (SS) ($r=0,4313$; $p>0,05$) ja GA (SA) ja (SS) ($r=-0,2007$; $p>0,05$) tingimuste vahel ei esinenud. Analüüsides neid andmeid, on näha, et visuaalse sensorika väljalülitamisel on toepinna suurus eriti oluline, et tagada parem posturaalkontroll. Tallatoed loovad paremad tingimused staatilise tasakaalu säilitamiseks kõrgetel kontsakingadel, mis on vähenenud toepinna tingimus.

5.1 Uuringu limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid

Käesoleva uurimustöö osas esines mõningasi piiranguid. Kasutusel olid standardsed tallatoed, mis ei olnud individuaalset vaatlusaluste järgi valmistatud nagu seda oli näiteks Hong ja kolleegide (2013) uuringus tehtud. Mugavustunde hindamise puhul teostati hindamine testimiste eelselt, mis tõttu ei saanud vaatlusaluselt piisavalt tunnetada uusi kingi ning tallatuge toimet kingade puhul. Siinkohal oleks pidanud järgima Hong & Lee (2005) ning Hong ja kolleegide (2013) uuringuid, kus VAS skaalat hinnati lõpus, kui vaatlusalune sai rohkem tallatoega ja kingada harjuda. Samuti oli käesolevas töös kasutatav kinga mudel pigem terava ninaosaga, mis samuti võis mõjutada osade vaatluselaste mugavustunnet.

Uuringu tugevusteks võib pidada teema valikut. Käesolevat teemat on varasemalt vähe uuritud ning seetõttu on antud töö tulemused kasulikud praktiliseks kasutuseks, kuna püstitatud hüpotees leidis kinnitust. Tallatugesid on otstarbekas soovitada kõrgete kontsakingade kandjatele, et vähendada võimalike kaebuste teket alajäsemetes ja alaseljas. Samuti oli uuringugrupp piisava suurusega usaldusväärsete tulemuste saamiseks.

Tulevikus oleks kasulik võrrelda eraldi vähese kontsakinga kandmise kogemusega vaatlusaluste näitajaid kogenud kasutajatega. Samuti oleks hea teha uuringut kasutades personaalselt valmistatud tallatugesid, kuna need võivad anda parema sobivuse korral veenvamaid tulemusi.

6. JÄRELDUSED

Käeoleva magistritöö põhieesmärgiks oli hinnata tallatugede mõjuavaldus lihastoonuse ja posturaalkontrolli näitajatele kõrgete kontsakingadega seismisel, noortel naistel. Läbiviidud uuringu tulemuste põhjal tehti järelused:

1. Paljajalu seistes COP kõikumiste näitajad M-L suunas, A-P suunas ning GA (SS) olid oluliselt madalamad võrreldes kontsakinga ja toetusega kinga puhul. Toetusega kinga puhul M-L suunalised kõikumised (SA) olid oluliselt väiksemad võrreldes kontsakingaga seismise puhul. Kusjuures paljajalu ja toetusega seistes M-L suunaliste kõikumiste (SA) näitajates olulised erinevused puudusid.
2. Paljajalu seistes alajäsemete- ja kerelihaste fleksorite ja ekstensorite toonuse erinevused olid märkimisväärselt väiksemad võrreldes kontsakinga ja toetuse puhul saadud tulemustega. Toetusega kontsakingade puhul olid toonuse erinevused fleksorite ja ekstensorite vahel säärelihaste ja kerelihaste osas oluliselt väiksemad võrreldes kõrgete kontsakingade puhul saadud tulemustega. Reielihaste osas olulisi erinevusi ei esinenud.
3. Torakaalküfoosi näitajad olid kõigi kolme tingimuste puhul sarnased. Nimmelordoosi väärtus oli oluliselt suurem kontsakinga kasutamise puhul, võrreldes toetusega ja paljajalu seismisega. Kusjuures paljajalu ja toetusega kinga kasutamise puhul olulist erinevust nimmelordoosi väärtustes pole leitud.
4. Hinnates mugavustunnet, vaatlusaluste arvates olulist erinevust kontsa ja tallatugede tingimuste vahel ei esinenud. Võrreldes paljajalu seismisega mõlemad tingimused nii kõrge kontsaking kui ka toetusega king on antud kontingendile ebamugav.

KASUTSTUD KIRJANDUS

1. Annoni I, Mapelli A, Sidequerrsky F. V, Zago, Sforza C. The effect of high heeled shoes on overground gait kinematics in young healthy women. *Dport Sci. Health* 2014; 10:149:57.
2. Baaklini E, Angst M, Schellenberg F, Hitz M, Schmid S, Tal A, Taylor W. R, Lorenzetty S. High-heeled walking decreases lumbar lordosis. *Gait & Posture* 2017; 55: 12–14.
3. Benda, B.J., Riley, P.O., Krebs, D.E. Biomechanical relationship between centre of gravity and centre of pressure during standing. *IEEE Trans Rehab Eng* 1994; 2:3–10
4. Bendix, T., Sørensen, S.S., Klausen, K. Lumbar curve, trunk muscles and line of gravity with different heel heights spine. *Spine* 1984; 9(2):223–27.
5. Bugnairu N, Fung J. Aging and selective sensorimotor strategies in the regulation of upright balance. *Journal of Neuro Engineering and rehabilitation* 2007; 4:19.
6. Chen W. P, Ju C. W, Tang F. T. Effect of total contact insole on the plantar stress redistribution: a finite element analysis. *Clin Biomech* 2003; 18(6): s17-s24.
7. Chien H-L, Lu T-W, Liu M-W. Control of the motion of the body's center of mass in relation to the center of pressure during high-heeled gait. *Gait & Posture* 2013; 3799 No. Of Pages 6.
8. Cronin N. J. The effects of high heeled shoes on female gait: A review. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2014; 24: 258–63.
9. Coughlin M. J ja Thompson F. M. The high Price of High-Fashion footwear. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 1994; 76: 1586-93.
10. Duarte, M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. São Paulo: Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo 2000.
11. Esenyel, M., Walsh, K., Walden, J.G., ja Gitter, A. Kinetics of high-heeled gait. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2003; 93(1):27–32
12. Franklin, M.E., Chenier, T.C., Brauninger, L., Cook, H., Harris, S. Effect of positive heel inclination on posture. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995; 21:94–9
13. Gefen A, Megido-Ravid M, Itzhak Y, Arcan M. Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait and Posture* 2002; 15: 56–63.
14. Gerber S.B., Costa R.V., Grecco L.A.V.C., Pasini H., Marconi N.F., Oliveira C.S. Interference of high heeled shoes in static balance among young women. *Human Movement Science* 2012; 31(5):1247–52.

15. Hauspie R. C, Cameron N, Molinari L. *Methods in Human Growth Research*. Cambridge University Press 2004: 84.
16. Ho K-Y, Blanchette M. G, Powers C. M. The influence of heel height on patellofemoral joint kinetics during walking. *Gait & Posture* 2012; 36: 271–5.
17. Hong W.-H, Lee Y.-H Lee, Lin Y.-H, Tang S. F. T, Chen H.-C. Effect of Shoe Heel Height and Total-contact Insert on Muscle Loading and Foot Stability While Walking. *Foot & Ankle International* 2013; 34: 273–81.
18. Horak, F.,B., Henry, S.,M., Shumway–Cook, A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther* 1997; 77:517–33.
19. Iqbal R, Amitabha De, Wricha M, Maulik S, Chandra AM. Study on lumbar kinematics and risk of low back disorder in female university students by using shoes of different heel heights. *Work* 2012; 41: 2521–6.
20. Kappler, R.E. Postural balance and motion patterns. *J Am Osteop Assoc* 1982; 81(9):598–606.
21. Kermani M, Ghasemi M, Rahim A, Khademi-Kalantari K, Akbarzadeh-Bghban A. Electromyographic changes in muscles around the ankle and the knee joints in women accustomed to wearing high-heeled or low-heeled shoes. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* 2018; 22:129-33.
22. Kim M. H, Yi C. H, Yoo W. G, Choi B. EMG and kinematics analysis of the trunk and lower extremity during the sit-to-stand task while wearing shoes with different heel heights in healthy young women. *Human Movement Science* 2011; 30: 596-605.
23. Kums T, Erelina J, Veldre G, Gapeyeva H, Pääsuke M, Vain A. Markers for monitoring adaptive peculiarity of the musculoskeletal system in rhythmic gymnast with non-specific lower back pain. *Gazzeta Medica italiana Archivio per le Scienze Mediche*. 2017; 176(5): 237–46.
24. Ko D. Y ja Lee H. S. The Changes of COP and Foot Pressure after One Hour's Walking Wearing High-heeled and Flat Shoes. *J. Phys. Ther. Sci.* 2013; 25: 1309-12.
25. Kogler G. F, Solomonidis S. E, Paul J. P. Biomechanics of longitudinal arch support mechanisms in foot orthoses and their effect on plantar aponeurosis strain. *Clin Biomech* 1996, 11(5): 243–52.
26. Lee, C.M., Jeong, E.H., ja Freivalds, A. Biomechanical effects of wearing highheeled shoes. *Int. J. Indust. Ergon.* 2001; 2:321–26
27. Lee Y.-H, Hong W.-H. Effect of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during the walking. *Appl Ergon* 2005; 36: 355–62.

28. Levangie, P., Norkin, C.C. Joint Structure and Function. A Comprehensive Analysis. Third edition. Philadelphia: F.A. Davis, 2001; pp. 403–11.
29. Maiste E, Matsin T, Utso V. Tervise ja kehalise töövõime arendamine noorukieas. Tartu, 1999; 42–3.
30. Massion, J. Postural control system. Current Opinion Neurobiol 1994; 4(6):877–87.
31. Mika A, Oleksy L, Mika P, Marchewka A, Clark B. C. The effect of walking in high- and low-heeled shoes on erector spinae activity and pelvis kinematics during gait. AmJ Phys Med Rehabil 2012; 91(5): 425–34. (a)
32. Mika A, Oleksy L, Mika P, Marchewka A, Clark B. C. The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and middle-ages women. Gait & Posture 2012; 35: 677–80. (b).
33. Mika A, Clark B. C, Oleksy L. The influence of high and low heeled shoes on EMG timing characteristics of the lumbar and hip extensor complex during trunk forward flexion and return task. Manual Therapy 2013: 1-6.
34. Mok, N.V., Brauer, S.G., Hodges, P.W. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. Spine 2004; 29:107–12.
35. Opila, K.A., Wagner, S.S., Schiowitz, S., Chen, J. Postural alignment in barefoot and high-heeled stance. Spine 1988; 13(5):542–7.
36. Paiki N. J, Im M. S. The path of center of pressure (COP) of the foot during walking. Ann Rehabil Med 1997; 21: 762–71.
37. Park S, Park J W. The relationship between dynamic balance measures and center of pressure displacement time in order adults during an obstacle crossing. J Kor Soci Phys Ther 2011; 23:1–5.
38. Peltokallio, P. Perusasioita jalkaterästä. Tyypilliset urheiluvammat. Perusasioita jalkaterästä, 2003; s. 48.
39. Pezzan P. A O, Sacco I. C, João S. M. A. Foot posture and classification of the plantar arch among adolescent wearers and non-wearers of high-heeled shoes. Rev Bras Fisioter 2009; 13: 398–404.
40. Pezzan P. A. O, J João S. M. A, Ribeiro A. P, Manfio E. F. Postural assessment of lumbar lordosis and pelvic alignment angles in adolescent users and nonusers of high-heeled shoes. Journal of Manipulativ and Physiological Therapeutics 2011; 34(9): 614–21.
41. Pääsuke, M. Motoorika juhtimine. AS Atlex, Tartu, 1997; 190.

42. Ramanathan A. K, John M. C, Arnold G. P, Cochrane, L, Abboud R. J. The effects of off-self in shoe heel inserts on forefoot plantar pressure. *Gait & Posture* 2008; 28: 533-37.
43. Schroeder J, Hollander K. Effects of high-heeled walk footwear on static and dynamic pelvis position and lumbar lordosis in experienced younger and middle-aged women. *Gait & Posture* 2018; 59:53–57.
44. Schafer R. C. *Musculoskeletal Action and Reactions*. Chapter 4: Body alignment, posture, and gait. English, 1989.
45. Simons, D.G, Mense, S. Understanding and measurement of muscle tone as related to clinical muscle pain. *Pain* 1998; 75(1):1–17.
46. Simonsen E. B, Svedsen M. B, A Nørreslet A, Baldvinsson H. K, Heilskov-Hansen T, Larsen P. K; Alkjær T, Henriksen M. *J Appl Biomech*. 2012; 28(1): 20–8.
47. Shumway–Cook, A., Woollacott, M. *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2007; pp. 158–186
48. Snow, R.E., Keith, M.S., Williams, R. High-heeled shoes: their effect on centre of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rear foot motion and ground reaction forces. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75:568–576.
49. Staheli L, Chew D, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eight-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg* 1987; 426–28.
50. Silva A. M, de Siqueira G. R, da Silva G. A. Implications of high-heeled shoes on body posture of adolescents. *Revista Paulista de Pedratria* 2013; 31(2): 265–71.
51. Speksnijder C. M, Munchof R. J. H, Moonen, S. A. C. M, Walenkamp G. H. I. M. The higher the heel the higer the forefoot-pressure in ten healthy women. *The foot* 2005; 12: 17–21.
52. Srivastava A, Mishra A, Tewari R. Electromyography analysis of high heel walking. *Int. J. Electron. Comm. Technol*. 2012; 3(1): 166–69.
53. Sørensen, K.L., Hollands, M.A., Patla, A.E. The effects of human ankle muscle vibration on posture and balance during adaptive locomotion. *Exp Brain Res* 2002; 143:24–34.
54. Vain A. Müomeetria. Skeletilihaste funktsionaalse seisundi biomehaaniline diagnostika. Tartu, 2002; 18–30.
55. Valgemäe S. Erineva kontsa kõrgusega jalanõude mõju lülisamba sagitaalprofiili, posturaalkontrolli ja lihastoonuse näitajatele noortel naistel. *Magistritöö*. Tartu: Tartu Ülikooli kehakultuuri teaduskond; 2012.
56. Wallace, B. *Balance Training*. Raamatust: Bandy, W., D., Sanders B. *Therapeutic*

- Exercises. Techniques for Intervention. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2001; pp. 239–262
57. Wiedemeijer M. M, Otten E. Effects of high heeled shoes on gait. A review. *Gait & Posture* 2018; 61: 423–30.
58. Winter, D.A., McFadyen, B.J., Dickey, J.P. Adaptability of the CNS in humanwalking. In: Patla, A.E., ed. *Adaptability of human gait*. Amsterdam: Elsevier, 1991; pp. 127–144.
59. Willner, S. Spinal Pantograph– A Noninvasive Anthropometric Device for Describing Postures and Asymmetries of the Trunk. *J Ped Orthop* 1983; 3:245–49.

Jooniste viited:

1. Joonis 2. Schafer R. C. *Musculoskeletal Action and Reactions*. Chapter 4: Body alignment, posture, and gait. English, 1989.
http://www.chiro.org/ACAPress/Body_Alignment.html 11.08.2018 12:00
2. Joonis 3. Opila, K.A., Wagner, S.S., Schiowitz, S., Chen, J. Postural alignment in barefoot and high–heeled stance. *Spine* 1988; 13(5):542–7.
3. Joonis 5 (A). Medical Expo. Podoscopes.
<http://www.medicalexpo.com/medical-manufacturer/podoscope-1684.html> 11.05.18 12:05
4. Joonis 8. Valgemäe S. Erineva kontsa kõrgusega jalanõude mõju lülisamba sagitaalprofiili, posturaalkontrolli ja lihastoonuse näitajatele noortel naistel. Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikooli kehakultuuri teaduskond; 2012.

AUTORI LIHTLITSENTS TÖÖ AVALDAMISEKS

Mina, Õie Ojala (sünnikuupäev 22.03.1992)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose, tallatugede mõju posturaalkontrolli ja lihastoonuse näitajatele noortel naistel kõrgete kotsakingadega seismisel, mille juhendaja on Tatjana Kums,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, _____ (*kuupäev*)